



Susana Carvalho Salgueiro Beato

Mestrado

Relatório de Estágio

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário

Orientador: Prof. Doutor António Manuel Dias Domingos (FCT/UNL)
Co-orientadora: Prof. Mestre Maria de Lourdes Ventura Fernandes (ESFLG)

Júri

Presidente: Prof. Doutora Maria Helena Coutinho Gomes de Almeida Santos
Arguente: Prof. Doutor Filipe José Gonçalves Pereira Marques
Vogal: Prof. Doutor António Manuel Dias Domingos
Vogal: Prof. Doutor Filipe José Gonçalves Pereira Marques
Vogal: Prof. Mestre Maria de Lourdes Ventura Fernandes



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho de 2011

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Matemática

Relatório de Estágio

Por

Susana Carvalho Salgueiro Beato

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário, sob a orientação conjunta da Professora Lourdes Ventura e do Professor Doutor António Domingos.

Lisboa

2011

Relatório de Estágio

“Copyright” em nome de Susana Carvalho Salgueiro Beato, da FCT/UNL e da UNL, “A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor”.

Aos meus *pais*

Agradecimentos

A vida é principalmente um tempo e um espaço de grande partilha.

O Estágio Pedagógico foi uma viagem, um caminho percorrido onde foram inúmeras as situações de partilha de conhecimentos, incentivo, de entreaajuda e de superação.

Assim, gostaria de manifestar o meu reconhecimento aos que, de perto e de longe, se interessaram por esta caminhada:

- Ao Professor Doutor José Manuel Matos por todo o trabalho de orientação;

- Ao Professor Doutor António Domingos, igualmente pelo trabalho de orientação, pelas sugestões e críticas pertinentes, imprescindíveis à conclusão deste relatório, e principalmente por toda a disponibilidade, atenção e amizade demonstradas ao longo destes dois últimos anos;

- À Professora Lourdes Ventura, também pelo trabalho de orientação, mas especialmente pela compreensão, dedicação, partilha de saberes e experiências, palavras de apoio e amizade e pela disponibilidade que manifestou durante todo o ano;

- Ao Professor Doutor Filipe Marques e à Professora Paula Pimenta pelas críticas construtivas e pelas sugestões que enriqueceram a minha formação profissional, ao longo do Estágio Pedagógico;

- À Escola Secundária Fernando Lopes-Graça e a todos os alunos com os quais tive a alegria de trabalhar, especialmente aos alunos das turmas A e B do 10.º ano;

- Ao meu irmão, pela sua disponibilidade e pelo seu companheirismo permanentes;

- Aos meus amigos, Alexandra e Hugo, pela nossa amizade, pelo apoio e pelo ânimo que me ofereceram em todos os momentos. Também à sua filhota, a minha afilhada Juliana, pelos seus “abraçinhos” reconfortantes e animadores.

- Por fim, mas não menos importante, à família Marques, em especial à Inês, pela hospitalidade, apoio e amizade.

O presente Relatório foi elaborado com o objectivo de descrever e analisar todas as actividades desenvolvidas no estágio pedagógico da estagiária Susana Beato, integrado no curso de Mestrado em Ensino de Matemática, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, realizado na Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, ao longo do ano lectivo de 2010/2011. Este relatório resulta da junção de dois documentos distintos, a saber: Parte I – Relatório de Estágio e Parte II – Trabalho de Investigação.

O Estágio Pedagógico é uma peça chave na formação de um professor – estabelece a passagem do conhecimento académico ao conhecimento profissional, permite o contacto com a Escola e determina experiências que condicionarão a actividade futura do professor.

Desta forma, o foco essencial do Relatório de Estágio consiste na descrição e reflexão dos acontecimentos marcantes ao longo deste ano lectivo, salientando a forma como as principais dificuldades foram ultrapassadas.

O Trabalho de Investigação tem por objectivo central analisar o processo de ensino-aprendizagem da função quadrática dos alunos de uma turma do 10.º ano. Para este fim, elaboraram-se as seguintes questões: a) Os alunos conseguiram caracterizar a função quadrática através da realização de uma tarefa de modelação matemática? b) A utilização da calculadora gráfica e do CBR na modelação matemática contribuirá para melhorar a aprendizagem e a motivação dos alunos na caracterização da função quadrática? c) Como é que a intervenção didáctica utilizada para o ensino da função quadrática possibilitou, aos alunos, a sua aprendizagem?

Tendo por base o objectivo do estudo, adoptou-se uma metodologia de natureza qualitativa. Os dados foram recolhidos através de um questionário, de observação participante, do diário de bordo, da experiência de ensino e dos documentos produzidos pelos alunos. Da observação destes dados podemos concluir que a calculadora gráfica e os sensores contribuíram para a motivação dos alunos no estudo da função quadrática, melhorando a sua aprendizagem. Conclui-se ainda que, da análise das aprendizagens desenvolvidas os alunos conseguiram estabelecer as conexões entre a representação gráfica e analítica de uma função quadrática. Relativamente às dificuldades manifestadas, a maioria dos alunos não conseguiu representar a função quadrática apenas com a realização de uma tarefa de modelação. Estas dificuldades foram superadas com a discussão da tarefa em grande grupo. Durante este debate todas as questões foram devidamente analisadas e discutidas. No final da aula procedeu-se à caracterização da função quadrática.

Palavras-chave: Estágio Pedagógico, Reflexão, Modelação Matemática, Função Quadrática.

Abstract

The aim of this report is to describe and analyze the activities carried out during the pedagogic internship of the trainee Susana Beato, included in the Master course on Mathematics Teaching of Faculdade de Ciências e Tecnologia from Universidade Nova de Lisboa, during the school year of 2010/2011. This report consists of two separate documents: Part I – Internship Report and Part II – Research Work.

The Pedagogic Internship is a key component in a teacher's training – it represents the step from academic to professional knowledge, it allows the contact with the School and it provides experiences that will influence the future teacher's activity.

In this way, the main focus of the Internship Report is on the description and afterthoughts about the noteworthy events that took place during the school year, pointing out the way in which the principal difficulties have been overcome.

The main goal of the Research Work is to analyze the teaching-learning process of the quadratic function by 10th grade students. For this, the following questions have been drawn: a) Have the students been able to characterize the quadratic function through a mathematical modelling task? b) Does the use of the graphic calculator and of the CBR in mathematical modelling contribute to improve learning and motivation of the students to characterize the quadratic function? c) How did the didactic intervention in teaching the quadratic function enable the students to learn it?

With the study's object in mind, a qualitative method was adopted. Data were collected from a participant observation questionnaire, the logbook, the teaching experience and the documents made by the students. From the observation of these data we can conclude that the graphic calculator and the sensors contributed to the motivation of the students in the investigation of the quadratic function, helping their learning. From the analysis of the learning developed by the students, we can also conclude that they were able to establish the connections between the graphic and analytical representation of the quadratic function. Concerning the difficulties shown by the students, most of them were not able to represent the quadratic function just with the making of a modelling task. These difficulties were overcome through a discussion of the task in a large group. During this debate, all the questions were duly analysed and discussed. In the end of the class, there was a characterization of the quadratic function.

Key-words: Pedagogic Internship, Afterthoughts, Mathematical Modelling, Quadratic Function.

“Quem escolheu ser professor, escolheu a mais impossível, mas também a mais necessária de todas as profissões. E sabe que não vale a pena acreditar que podemos tudo, que podemos tudo transformar. Não podemos. Mas podemos alguma coisa. E esta alguma coisa, é muitas vezes, a “coisa decisiva” na vida das nossas crianças e dos nossos jovens.

António Nóvoa

Índice Geral

	Página
Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Índice Geral	ix
Índice de Figuras	xiii
Índice de Quadros	xvii
Parte I – Relatório de Estágio	1
Introdução	3
Capítulo 1 – Caracterização dos intervenientes no Estágio Pedagógico	5
1.1. Estágio	5
1.1.1. O Antes	5
1.1.2. O Pré-Início	6
1.2. Caracterização da escola	6
1.3. O núcleo de estágio	8
1.4. Caracterização das turmas	8
1.4.1. A turma A	8
1.4.2. A turma B	9
1.5. A disciplina de <i>Matemática A</i> – 10.º ano de escolaridade	11
1.6. O início do estágio	13
Capítulo 2 – Prática Pedagógica	15
2.1. Aulas supervisionadas	16
2.1.1. Aulas supervisionadas pela Orientadora Pedagógica	16
2.1.2. Aulas supervisionadas pela Orientadora Pedagógica e pelos Orientadores Científicos da FCT-UNL	19
2.2. Aulas não supervisionadas	25
2.3. Avaliação	28
2.4. A sala de estudo do 10.º B	28

Capítulo 3 – Tarefas realizadas pelo núcleo de estágio	31
3.1. Actividades Educativas	31
3.2. Materiais e tecnologias utilizados	32
3.3. Plataforma Moodle	34
3.4. A Direcção de turma	35
3.5. Apresentação para o Grupo Disciplinar de Matemática – As novas tecnologias	36
Capítulo 4 – Iniciativas de Enriquecimento Curricular	37
4.1. A árvore de Natal Matemática	37
4.2. Os dias do Grupo Disciplinar de Matemática	38
4.2.1. Bingo de Equações	39
4.2.2. Quem quer ser Matemático	41
4.3. Peça de teatro – Querida Matemática	42
4.4. Palestra – " <i>What do we mean when we say 'I know'?</i> "	43
Capítulo 5 – Considerações Finais	45
5.1. Reflexão final	45
5.2. O Depois	46
Parte II – Trabalho de Investigação	47
Capítulo 1. Introdução	49
1.1. Motivação pessoal	50
1.2. Pertinência do estudo	50
1.3. Objectivos	51
1.4. Organização do estudo	52
Capítulo 2. Revisão de Literatura	53
2.1. Contexto do estudo	53
2.2. O conceito de função	54
2.2.1. Contexto histórico	54
2.2.2. O ensino do conceito de função	55
2.3. Aplicações da matemática	55
2.4. Modelação matemática	56

2.4.1. Discussão dos conceitos fundamentais	56
2.4.2. O processo de modelação matemática	58
2.5. As tecnologias e a modelação matemática	59
2.5.1. A calculadora, os sensores e a modelação	60
2.5.2. Observação de tarefas de modelação com a utilização das novas tecnologias	62
Capítulo 3. Metodologia	65
3.1. Abordagem qualitativa	65
3.2. Estudo de caso	66
3.3. Intervenientes na acção	67
3.3.1. Critério de selecção dos intervenientes	67
3.3.2. A escola e a turma	67
3.3.3. Relação com a turma	68
3.3.4. Os alunos participantes	68
3.4. Métodos e instrumentos de recolha de dados	71
3.4.1. Observação participante	71
3.4.2. O diário de bordo	72
3.4.3. Experiência de ensino	72
3.4.4. Análise documental	73
3.4.5. Questionário	73
Capítulo 4. Descrição da intervenção didáctica	75
4.1. Caracterização das actividades	75
4.2. Calendarização das actividades	76
4.3. Descrição das actividades realizadas	77
4.3.1. 1.º Momento.....	77
4.3.2. 2.º Momento.....	82
4.3.3. 3.º Momento.....	82
4.3.4. 4.º Momento.....	83
Capítulo 5. Análise dos dados	85
5.1. Análise da tarefa de modelação e da aula da sua discussão	85
5.2. Perspectivas dos alunos intervenientes no estudo de caso sobre a intervenção didáctica	96
5.3. Avaliação das aprendizagens da função quadrática	99

Capítulo 6. Conclusões	109
6.1. Potencialidades da tarefa de modelação na aprendizagem da representação da função quadrática	109
6.2. A utilização da calculadora gráfica e do CBR como promotores da aprendizagem e da motivação dos alunos	110
6.3. Aprendizagens dos alunos sobre a função quadrática após a intervenção didáctica utilizada	111
Referências	113
Anexos	117
Anexo 1 – Tarefa de modelação – A bola saltitante	118
Anexo 2 – Questionário para avaliação da Tarefa de Modelação – A Bola Saltitante	127
Anexo 3 – Opiniões dos alunos da turma observada sobre a experiência realizada	129
Anexo 4 – Questões seleccionadas (Excerto do teste de Avaliação)	136
Anexo 5 – Ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	138

Índice de Figuras

Página

Parte I – Relatório de Estágio

Figura 1.1: Entrada principal da Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, Parede	6
Figura 1.2: Desenho esquemático da planta da Escola Secundária Fernando Lopes Graça	7
Figura 1.3: Idade dos alunos da turma B distribuídos segundo o sexo	9
Figura 1.4: Número de alunos com/sem reprovações ao longo do seu percurso escolar	9
Figura 1.5: Disciplinas preferidas pelos alunos da turma B	10
Figura 1.6: Disciplinas em que os alunos, da turma B, afirmam ter mais dificuldades	10
Figura 1.7: Comparência semanal da estagiária nas aulas de Matemática das turmas A e B, do décimo ano	11
Figura 3.1: Cubos em esponja elaborados para explorar as <i>Secções num Cubo</i>	32
Figura 3.2: Vista parcial do octante produzido para estudar as <i>Simetrias no Espaço</i>	33
Figura 3.3: Exemplo de <i>slides</i> elaborados para explorar os exercícios da ficha de trabalho n.º 21 – Funções	33
Figura 3.4: Vista parcial da página principal da disciplina de Matemática A, das turmas A e B do 10.º ano	34
Figura 4.1: Árvore de Natal Matemática	37
Figura 4.2: Sólidos geométricos realizados pelos alunos para ornamentar a árvore de Natal	38
Figura 4.3: Cartões utilizados no jogo – Bingo de Equações	39
Figura 4.4: Alunos do 10.º B durante a realização do jogo – Bingo de Equações	40
Figura 4.5: Alunos do 10.º B – equipa vencedora do Bingo de Equações	40
Figura 4.6: Alunos do 10.º ano durante a participação no concurso “Quem quer ser Matemático”	41
Figura 4.7: Alunos do 10.º A - equipa vencedora do concurso “Quem quer ser Matemático”	41

Figura 4.8: Cartaz da peça de teatro “Querida Matemática”	42
Figura 4.9: Imagens da palestra proferida pelo Professor Doutor Christopher Aurretta da FCT-UNL, no auditório da ESFLG	43

Parte II – Trabalho de Investigação

Figura 2.1: Ciclo de modelação matemática apresentado por Jaime Carvalho e Silva (1994, p. 25-26)	58
Figura 5.1: Exemplo de uma representação gráfica da altura da bola em função do tempo	86
Figura 5.2: Exemplo de um salto completo da bola	88
Figura 5.3: Esboço do gráfico observado pelos alunos do grupo 1, após isolarem um salto completo da bola	88
Figura 5.4: Esboço do gráfico observado pelos alunos do grupo 2, após isolarem um salto completo da bola	89
Figura 5.5: Esboço do gráfico observado pelos alunos do grupo 3, após isolarem um salto completo da bola	89
Figura 5.6: Resposta dada por um dos alunos à questão 5 do questionário realizado para avaliação da tarefa de modelação (anexo 2)	93
Figura 5.7: Solução apresentada por um aluno da turma à questão 5 do questionário realizado para avaliação da tarefa de modelação	94
Figura 5.8: Enunciado da questão de escolha múltipla do teste de avaliação realizado a 28 de Março	100
Figura 5.9: Enunciado da questão 2.1. do teste de avaliação realizado a 28 de Março ...	100
Figura 5.10: Resolução da questão 2.1. do teste de avaliação do Daniel	101
Figura 5.11: Enunciado da questão 4 do teste de avaliação realizado a 28 de Março	101
Figura 5.12: Resolução gráfica do Daniel à questão 4.2.1. do teste de avaliação	102
Figura 5.13: Enunciado da questão 1.1 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	102
Figura 5.14: Resolução do Daniel à questão 1.1. da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	102
Figura 5.15: Enunciado da questão 1.2 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	103

Figura 5.16: Resolução do Daniel à questão 1.2. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	103
Figura 5.17: Enunciado da questão 2 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	103
Figura 5.18: Resolução do Daniel à questão 2 ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	103
Figura 5.19: Resolução do José à questão 2 ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	104
Figura 5.20: Resolução gráfica do José à questão 4.2.1. do teste de avaliação	105
Figura 5.21: Resolução do José à questão 1.1. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	105
Figura 5.22: Resolução do José à questão 1.2. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	105
Figura 5.23: Resolução do José à questão 2 ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	106
Figura 5.24: Resolução da Aurora à questão 2.1. do teste de avaliação	106
Figura 5.25: Resolução da Aurora à questão 1.1. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	107
Figura 5.26: Resolução da Aurora à questão 1.2. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	107
Figura 5.27: Resolução do José à questão 2 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática	108

Índice de Quadros

Página

Parte I – Relatório de Estágio

Quadro 2.1: Conteúdos, sumários e objectivos das aulas assistidas pela Orientadora Pedagógica	18
Quadro 2.2: Conteúdos, sumários e objectivos das aulas assistidas pela Orientadora Pedagógica e pelos Orientadores Científicos da FCT-UNL.....	20
Quadro 2.3: Conteúdos, sumários e objectivos das aulas não supervisionadas pelos Orientadores	25

Parte II – Trabalho de Investigação

Quadro 4.1: Planificação das actividades desenvolvidas nesta investigação	76
---	----

Parte I – Relatório de Estágio

Introdução

Este Relatório de Estágio refere-se ao Estágio Pedagógico da estagiária Susana Beato, que decorreu de Setembro de 2010 a Junho de 2011, na Escola Secundária Fernando Lopes-Graça (ESFLG), na Parede, sob a orientação pedagógica da Professora Lourdes Ventura. A intervenção na prática pedagógica decorreu em duas turmas do 10.º ano, do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, na disciplina de Matemática A.

O Estágio Pedagógico surge como um momento indispensável enquanto processo de transição de aluno para professor. É um momento crucial de formação e desenvolvimento do futuro professor. Salienta-se o contacto com a realidade de ensino e a acção educativa do aluno estagiário bem como a mediação de todo este processo – supervisão/orientação do estágio.

Assim, para este ano de estágio, avizinhava-se um período de grande enriquecimento na área de formação profissional de forma a colocar em prática os conhecimentos científicos, adquiridos ao longo de toda a formação académica. Um ano marcadamente diferente de todos os anteriores e de todos os futuros, pela transição do “aprender a aprender” para o “aprender a ensinar” e do “aprender a ser aluna” para o “aprender a ser professora”.

Apresentarei neste Relatório uma análise crítico-reflexiva sobre toda a actividade pedagógica e intervenção na comunidade escolar, desenvolvida por mim, ao longo do ano lectivo.

Com vista a atingir os objectivos propostos, o Relatório de Estágio está organizado em cinco capítulos que pretendem descrever todas as etapas fundamentais do Estágio Pedagógico:

- Capítulo 1- *Caracterização dos intervenientes no Estágio Pedagógico*: são focados aspectos inerentes ao início/desenvolvimento do estágio; é caracterizada a escola cooperante, as duas turmas de intervenção na prática pedagógica e o núcleo de estágio e, por fim, descrevem-se as orientações curriculares da disciplina de Matemática A.
- Capítulo 2- *Prática Pedagógica*: são descritas e analisadas as aulas leccionadas por mim durante o ano lectivo, assinalados os aspectos positivos, as limitações e as suas consequências. É ainda efectuada uma abordagem referente ao processo de avaliação dos alunos.
- Capítulo 3- *Tarefas realizadas pelo núcleo de estágio*: são relatadas todas as actividades desenvolvidas pelo núcleo de estágio, sublinhando-se os seus aspectos relevantes.

- Capítulo 4- *Iniciativas de Enriquecimento Curricular*: é efectuada uma descrição das actividades de enriquecimento curricular dinamizadas pelo núcleo de estágio bem como da colaboração nas actividades promovidas pelo Grupo Disciplinar de Matemática.

- Capítulo 5- *Considerações Finais*: é feita uma pequena reflexão sobre o meu desempenho ao longo do ano lectivo 2010/2011.

Parte integrante deste relatório é o dossiê de estágio, com uma cópia de todas as actividades desenvolvidas durante o estágio: planificação de aulas; fichas de trabalho; fichas de revisão; fichas de actividades práticas; fichas informativas; materiais de apoio às actividades desenvolvidas e testes de avaliação.

Capítulo 1

Caracterização dos intervenientes no Estágio Pedagógico

O presente capítulo pretende dar a conhecer, de forma genérica, todos os intervenientes, no estágio Pedagógico realizado na Escola Fernando Lopes-Graça, na Parede. Começarei por destacar alguns pormenores relativos ao início do estágio e, em seguida, efectuarei uma caracterização da escola, das turmas de intervenção pedagógica e do núcleo de estágio. Por fim, descreverei as orientações curriculares da disciplina de Matemática A.

1.1. Estágio

1.1.1. O Antes

Em Julho de 2010, após a realização de uma reunião na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL), em que estiveram presentes os professores responsáveis pelo Mestrado em Ensino de Matemática e os restantes estagiários, ficou decidido que eu e a minha colega, Ana Paula, iríamos realizar o estágio na Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, na Parede e que a nossa Orientadora Pedagógica seria a Professora Lourdes Ventura.

Foi com grande agrado que ainda durante o mês de Julho, numa ida à faculdade, tive a oportunidade de conhecer a professora. Com afectuosa simpatia informou-me que iríamos ter duas turmas de 10.º ano, e que iríamos leccionar a disciplina de Matemática A. Ficou, ainda, decidido nesse dia que o estágio começaria no início do mês de Setembro.

1.1.2. O Pré-Início

No final do mês de Agosto o nervoso miudinho começava a fazer-se sentir, pois o início do ano lectivo estava muito próximo. Entretanto, no dia 9 de Setembro, na companhia da minha colega de estágio, lá fomos conhecer a Escola que, a partir desse momento, passaria a ser a nossa segunda casa.

Nesse dia tivemos uma primeira reunião com a nossa orientadora. A professora Lourdes Ventura falou-nos de alguns pormenores do nosso estágio pedagógico, como iriam funcionar as aulas, o número de aulas que seriam assistidas pelos orientadores científicos da FCT-UNL, entre outras informações importantes para todo o ano lectivo. Nesse dia, foi atribuída a cada uma das estagiárias a respectiva turma de intervenção pedagógica activa. No final da reunião, a orientadora apresentou-nos aos membros da Direcção Executiva da Escola. Fomos recebidas com muita simpatia e, a partir desse momento começamos a sentir-nos elementos da mesma comunidade escolar.

1.2. Caracterização da escola

A Escola Secundária Fernando Lopes-Graça iniciou a sua actividade em 1981, tendo sido inicialmente designada de Escola Secundária da Parede. Encontra-se localizada na freguesia da Parede, que é uma vila do concelho de Cascais. Está enquadrada na área de influência da Direcção Regional de Educação de Lisboa e Vale do Tejo (DRELVT).



Figura 1.1: Entrada principal da Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, Parede.

A vila da Parede embora seja a freguesia mais pequena do concelho de Cascais, com uma área de 3,56 Km², é a mais densamente povoada (5 008 habitantes/Km², em 2001).

A Escola adoptou como patrono Fernando Lopes-Graça, um dos mais notáveis compositores portugueses do século XX, que viveu na Parede desde 1960 até 1994. Desta forma, a Escola assume, de forma clara e inequívoca, a sua acção pedagógica orientada para a educação global dos jovens de acordo com os princípios definidos na Carta Internacional dos Direitos Humanos.

A Escola é frequentada por alunos residentes, maioritariamente, nas freguesias da Parede, São Domingos de Rana e em menor número por alunos da freguesia de Carcavelos. Nesta escola estudam cerca de 1360 alunos desde o 7.º ano até ao 12.º ano de escolaridade. O seu funcionamento

As instalações da Escola Secundária Fernando Lopes-Graça são compostas por: 8 pequenos Pavilhões, designados por A, B, C, D, E, F, K e M; Gimnodesportivo; Campo de Jogos e respectivos espaços envolventes, ocupando uma área total de 27 620 m².

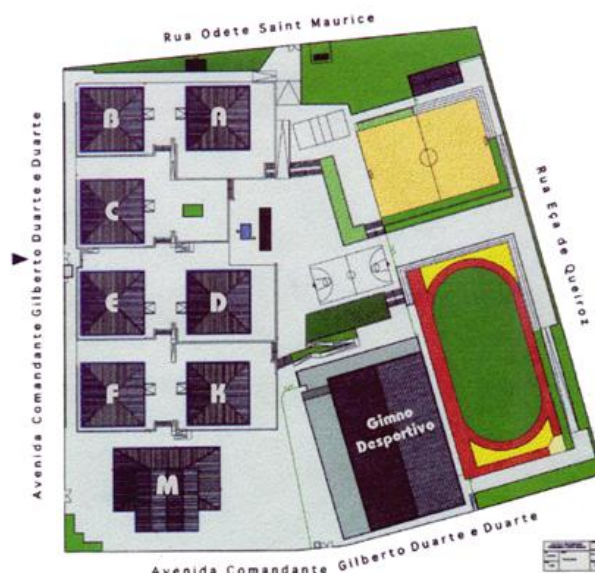


Figura 1.2: Desenho esquemático da planta da Escola Secundária Fernando Lopes Graça.

O refeitório e o bar, destinados essencialmente aos alunos, situam-se no pavilhão B. No pavilhão C funcionam os Serviços Administrativos, a Direcção Executiva, a Sala de Professores, a Sala de Directores de Turma, o Serviço de Psicologia e Orientação, os Serviços de Reprografia e Papelaria e ainda os Serviços de Acção Social Escolar (SASE). As salas de aula e as salas específicas encontram-se localizadas nos restantes pavilhões. Todas as salas de aula possuem um computador ligado a um vídeo projector e a maioria delas também possui quadro interactivo.

Por fim é ainda importante referir que a Escola encontra-se equipada com um grande número de recursos experimentais e tecnológicos (quadros interactivos, vídeo projectores, computadores e *softwares* de geometria dinâmica – Geometer’s Sketchpad e GeoGebra), na sua maioria em óptimas condições de funcionamento.

1.3. O núcleo de estágio

No início do ano lectivo, à orientadora pedagógica, Professora Lourdes Ventura, foram atribuídas duas turmas, A e B, do 10.º ano. Visto que, ambas as turmas eram compostas por alunos da área de Ciências e Tecnologias a disciplina a leccionar seria Matemática A.

O núcleo de estágio era, inicialmente, constituído: por duas estagiárias, a Ana Paula e a Susana Beato, e pela Orientadora Pedagógica, a Professora Lourdes Ventura. Na fase inicial do estágio foi necessário decidir a turma de intervenção pedagógica de cada uma das estagiárias. Depois de eu e da minha colega de estágio analisarmos os horários das duas turmas e com a aprovação da nossa orientadora decidimos que a Ana Paula ficaria com a turma A e eu com a turma B. Ainda durante o primeiro período, por motivos de saúde, a estagiária Ana Paula teve de abandonar o estágio, ficando o núcleo de estágio constituído apenas por dois elementos, a Professora Lourdes Ventura e a estagiária Susana Beato. Desta forma, voluntariei-me para colaborar activamente, também nas aulas da turma A. Assim, semanalmente, e ao longo do ano lectivo, acompanhei estas turmas na maioria das aulas¹.

1.4. Caracterização das turmas

Em seguida será apresentada a caracterização das turmas de intervenção do núcleo de estágio. Uma caracterização sumária da turma A e com maior pormenor da turma B – turma onde se realizou a investigação na prática pedagógica, apresentada na Parte II do presente relatório. Os dados foram recolhidos no início do ano lectivo, através da aplicação de um questionário, a cada um dos alunos, por parte das respectivas directoras de turma.

1.4.1. A turma A

No início do ano lectivo a turma A era constituída por 27 alunos. Por transferência de curso/escola e por anulação da matrícula, na disciplina de Matemática, no final do ano estavam inscritos apenas 22 alunos nesta disciplina. As idades destes alunos pertencem ao intervalo dos treze aos dezassete anos. Um aluno tem treze anos, dez alunos têm catorze, catorze têm quinze anos, um aluno tem dezasseis e um tem dezassete. À excepção de uma aluna brasileira, todos os outros têm nacionalidade portuguesa. A maioria dos alunos, dezoito, coabita com os pais (pai e mãe) e vinte e um destes têm pelo menos um irmão.

¹ Por motivos profissionais a estagiária só não podia assistir e auxiliar nas salas de estudo das turmas A e B, no tempo superveniente da turma A e, por vezes, num bloco de 45 minutos da turma A.

Vinte e quatro alunos desta turma dizem nunca terem repetido de ano e todos eles afirmam possuir computador e ter acesso à internet em casa.

As disciplinas preferidas dos alunos por ordem decrescente de preferência são: Matemática, Biologia e Física e Química. Relativamente às disciplinas com mais dificuldades, 8 alunos afirmam ser a disciplina de Física e Química seguida do Português e do Inglês, referidas por seis alunos. Relativamente às perspectivas que os alunos têm em relação ao percurso escolar, dezoito alunos querem tirar um curso superior, cinco querem fazer mestrado, dois querem terminar o 12.º ano e um aluno diz não saber. Vinte e um dos vinte e sete alunos, têm já uma percepção da profissão que gostariam de seguir.

1.4.2. A turma B

A turma B era constituída, inicialmente, por 26 alunos sendo 14 do sexo feminino e os restantes 12 do sexo masculino.

As idades destes alunos estão compreendidas entre os 14 e os 17 anos, sendo que a sua maioria tem quinze anos. O segundo grupo mais representativo corresponde aos dezasseis anos de idade, com igual número de rapazes e de raparigas como indica a figura 1.3.

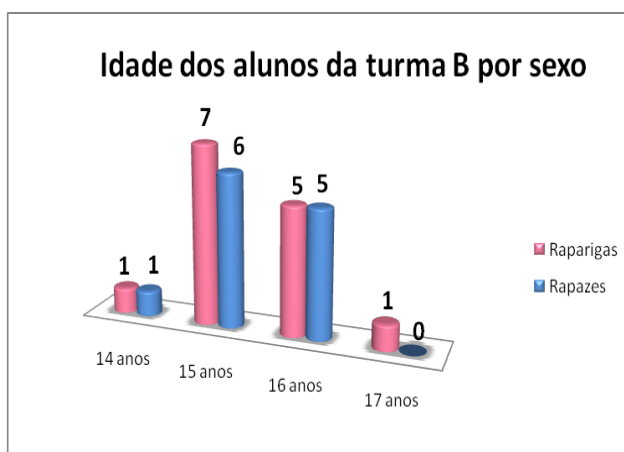


Figura 1.3: Idade dos alunos da turma B distribuídos segundo o sexo.

A maioria dos alunos, dezasseis, afirmou coabitar com a mãe e com o pai. Relativamente ao número de irmãos, é fácil concluir que se trata de famílias maioritariamente pequenas, pois onze alunos afirmam não ter irmãos e treze têm apenas um.



Figura 1.4: Número de alunos com/sem reprovações ao longo do seu percurso escolar.

Dez dos vinte e seis alunos que constituíam a turma no início do ano lectivo, já tinham reprovado algum ano durante o seu percurso escolar (figura 1.4).

Dos alunos que constituíam inicialmente a turma apenas um não se encontrava inscrito na disciplina de Matemática. No final do segundo período mais três alunos decidiram anular a matrícula, ficando no final do ano lectivo, a turma reduzida a 22 discentes nas aulas de Matemática.

No que diz respeito ao aproveitamento dos alunos nesta disciplina, era uma turma bastante heterogénea, no entanto com um aproveitamento global considerado médio fraco, comprovado pelas notas obtidas no final do segundo período. Um aluno teve um aproveitamento muito bom (18 valores); três alunos com aproveitamento bom (entre 15 e 16 valores); quatro com aproveitamento médio (entre 13 e 14 valores); sete com aproveitamento razoável (entre 10 e 12 valores) e dez com aproveitamento negativo.

Da análise efectuada verificámos que as disciplinas preferidas dos alunos são Matemática e Educação Física (figura 1.5), sendo igualmente as disciplinas em que os alunos admitem ter mais dificuldades (figura 1.6), seguidas do Inglês/Francês e da Física e Química.

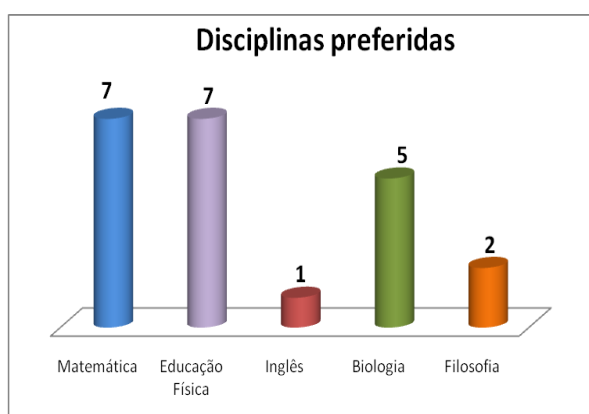


Figura 1.5: Disciplinas preferidas pelos alunos da turma B.

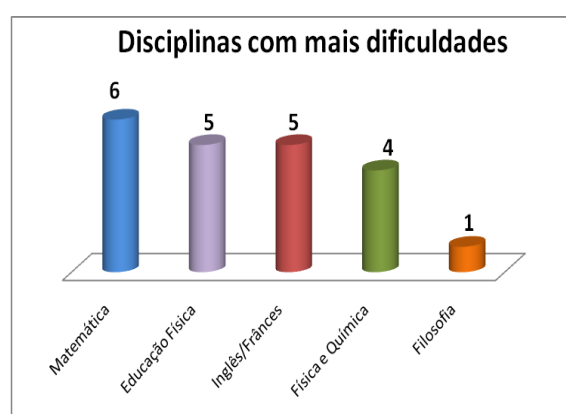


Figura 1.6: Disciplinas em que os alunos, da turma B, afirmam ter mais dificuldades.

Da aplicação do questionário verificámos, ainda que todos os alunos têm computador com acesso à internet em casa. No que se refere ao futuro, a maioria dos alunos, quer tirar um curso superior (dezoito alunos); dois querem fazer o mestrado; três querem terminar o ensino secundário e três alunos dizem não saber. Em relação à vida profissional vinte e dois alunos já sabem qual a profissão que gostariam de exercer, dos quais treze referem uma profissão ligada à área da saúde (enfermagem, medicina, genética e cirurgia plástica).

1.5. A disciplina de Matemática A – 10.º ano de escolaridade

A disciplina de Matemática A aparece, para os Cursos Gerais de Ciências Naturais, Ciências e Tecnologias e Ciências Sócio-Económicas, como uma disciplina trienal da componente de Formação Específica a que é atribuída uma carga semanal de 4 horas e 30 minutos divididas por aulas de 90 minutos ao longo de 33 semanas lectivas. Contudo, na Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, por solicitação do grupo disciplinar, a Direcção da escola proporciona a todos os alunos do Ensino Secundário e que faz parte integrante do seu horário, um tempo extra de 45 minutos, “tempo superveniente” do professor. A escola oferece ainda, aos alunos de cada turma, uma sala de estudo de 45 minutos dinamizada pela respectiva professora, de frequência facultativa². Este tempo faz parte da componente não lectiva do professor.

Como já referi, participei activamente nas aulas das turmas A e B, estando na figura 1.7 assinalada a regularidade da minha comparência nas aulas semanais, da disciplina de Matemática destas duas turmas.

Nome : Mª Lurdes Ventura Fernandes

	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
08:30 - 09:15	MAT A (T) 10B A10	Prof. relatora	MAT A (T) 10A F6	MAT A (T) 10B A1	Prof. relatora
09:15 - 10:00		Estágio			Prof. relatora
INTERVALO					
10:20 - 11:05	MAT A (T) 10A F7	D. T.	Estágio	MAT A (T) 10A A1	
11:05 - 11:50		D. T.	Estágio		
INTERVALO					
12:05 - 12:50		Sala de estudo B	MAT A (T) 10B A9	TSup Mat (T) 10A A1	
12:50 - 13:35					
INTERVALO			Sala de estudo A		
13:50 - 14:35			Legenda: Frequência semanal da estagiária nas aulas da turma A e B. <div>Regular</div> <div>Por vezes</div> <div>Excepcional</div>		
INTERVALO					
14:50 - 15:35					
15:35 - 16:20	TSup Mat (T) 10B D12				
INTERVALO	Sala de estudo B				

Figura 1.7: Comparência semanal da estagiária nas aulas de Matemática das turmas A e B, do décimo ano.

² No início do segundo período, a estagiária voluntariou-se para dinamizar uma sala de estudo para os alunos da turma B que apresentavam mais dificuldades na disciplina de Matemática. O conselho de turma, em geral, e a Directora de Turma, em particular, acarinham esta iniciativa.

A escolha dos temas a abordar, pelo Ministério da Educação, durante os três anos do ensino Secundário foi concebida de forma a respeitar o princípio de continuidade pedagógica, contrariando a fragmentação e atomização de saberes, facilitando e exigindo uma gestão mais integrada dos programas.

O programa está organizado por grandes temas e ao longo dos três anos os alunos abordarão: Números e Geometria, incluindo Vectores e Trigonometria; Funções reais e Análise infinitesimal; Estatística e Probabilidades. Durante o 10.º ano serão abordados, apenas, três dos temas referidos, a saber: Geometria no Plano e no Espaço; Funções e gráficos. Funções polinomiais. Função módulo e Estatística.

A Matemática é uma disciplina muito rica que, num mundo em mudança, abrange ideias tão díspares como as que são utilizadas na vida de todos os dias, na generalidade das profissões e em inúmeras áreas científicas e tecnológicas. Desta forma cabe ao professor ser simultaneamente dinamizador e regulador do processo de ensino-aprendizagem, criando situações motivadoras e adoptando uma estratégia que implique o estudante na sua aprendizagem.

1.6. O início do estágio

No dia 15 de Setembro a professora Lourdes Ventura apresentou-me pela primeira vez à minha turma de estágio, o 10.º B, como professora estagiária de Matemática. Foi um momento marcante, pois também ia ser uma das professoras daquela turma. Fiquei satisfeita com o grupo de trabalho, pois os alunos aceitaram com agrado a minha presença na sala de aula. A partir desta data, para começar a conhecer como se desenvolve “este processo de dar aulas”, comecei a assistir diariamente às aulas da Professora Lourdes Ventura, mas apenas na minha turma de estágio. Na primeira aula limitei-me a assistir, na segunda já não fui capaz e passei a auxiliar os alunos nas dúvidas que surgiam, quer na resolução dos exercícios quer na compreensão dos conceitos. Na minha opinião este facto foi extremamente importante pois permitiu o estabelecimento de laços com os alunos, sendo estes importantes quando iniciei a prática de ensino supervisionada. Inicialmente, a ansiedade em ajudar e em ser aceite pelos alunos era tão grande que me deslocava junto deles em momentos não muito oportunos. Com o passar do tempo e depois de ter percebido que os alunos me tinham “adoptado”, também como professora comecei a ter mais calma, tentando deslocar-me junto deles só após a professora Lourdes Ventura ter acabado a explicação de um determinado conceito ou exercício.

Em meados do mês de Outubro, com já referi, comecei a colaborar, também nas aulas da turma A. Ao contrário do que tinha acontecido na turma B, neste grupo a aceitação foi muito mais morosa. Os motivos ainda hoje não sei quais foram, mas posso conjecturar alguns. No início do ano era muito difícil trabalhar com esta turma. No grupo dos 25 alunos que a constituíam, existia um grupo de cinco elementos com comportamentos muito perturbadores. Desta forma, as minhas intervenções iniciais nesta turma passaram por tentar ajudar a controlar o comportamento destes alunos e, por isso, acho que era vista como um “polícia” que se encontrava no fundo da sala. Por desistência de alguns alunos, no final do primeiro período, a turma passou a ter um comportamento melhor e alguns alunos passaram a ver-me também como professora. No entanto, acho que foi só durante o segundo período que consegui uma aceitação total dos alunos da turma e que começaram a solicitar, com regularidade, a minha ajuda perante as dificuldades com que se confrontavam. Foi uma turma muito difícil de cativar. Saí muitas vezes angustiada dessas aulas. Mas... valeu mesmo a pena o esforço. Neste momento, quase a acabar o ano lectivo, sinto que se estabeleceu uma relação de amizade, carinho e entreajuda muito intensa e saudável.

Capítulo 2

Prática Pedagógica

Para Alarcão e Tavares (2007), a supervisão é um processo em que um professor, em princípio mais experiente e informado, orienta um outro professor ou candidato a professor no seu desenvolvimento profissional e humano. Tal supervisão poderá contribuir para colmatar deficiências na formação anteriormente recebida, especialmente no que se refere à componente da prática lectiva.

O estágio supervisionado é o primeiro contacto que o aluno/professor tem com o seu futuro campo de acção. Por meio da observação, da participação e da leccionação o estagiário poderá reflectir e vislumbrar as futuras acções pedagógicas. Assim, a sua formação será mais significativa quando essas experiências forem socializadas em sala de aula, possibilitando uma reflexão crítica com os orientadores, o que irá permitir construir a sua identidade e lançar, desta forma, um novo olhar sobre o ensino, a aprendizagem e a função do professor.

Nas duas secções seguintes a estagiária apresenta e reflecte sobre a sua prática pedagógica, que contempla um total de dezoito blocos de aulas, treze de 90 minutos e cinco de 45 minutos. Esta prática teve duas vertentes, pois leccionei aulas supervisionadas pelos orientadores (treze blocos) e aulas não supervisionadas (cinco blocos). Entre as aulas supervisionadas a maioria foram assistidas apenas pela minha Orientadora Pedagógica (9 blocos) e as restantes (4 blocos) pelos Orientadores Científicos da FCT-UNL.

2.1. Aulas supervisionadas

A prática de ensino supervisionada teve início, apenas, no mês de Outubro. Numa primeira fase, a minha função da estagiária passou sobretudo por assistir às aulas da Orientadora Pedagógica, o que me permitiu o primeiro contacto com a turma de estágio, o 10.º B, entendê-la enquanto um grupo de alunos com características e necessidades individuais próprias. Em meados do mês de Outubro, como já referi, passei a participar igualmente nas aulas da turma A.

A prática de ensino supervisionada foi sempre antecedida de reuniões com a Orientadora Pedagógica. Nestes encontros definiam-se as linhas orientadoras: metodologias, actividades, conteúdos científicos, etc.

Identicamente, a planificação das aulas, também foi sempre preparada ao pormenor: desde a escolha das salas de aula adequadas; à verificação dos meios tecnológicos necessários; à impressão das fichas de trabalho; entre outros pormenores imprescindíveis para o sucesso da leccionação das aulas.

Após o núcleo de estágio definir com exactidão os objectos de ensino, a preocupação residia em facilitar a compreensão desses por parte dos alunos. Procurava-se metodologias apelativas, discursos simplificados e gerir o tempo de cada aula de modo a conseguir o máximo de concentração por parte de toda a turma.

2.1.1. Aulas supervisionadas pela Orientadora Pedagógica

As aulas supervisionadas apenas pela Professora Lourdes Ventura perfazem um total de 9 blocos. No quadro 2.1 encontra-se a sistematização de todas as aulas, os respectivos conteúdos e as turmas onde foram leccionadas, enquanto as respectivas planificações podem ser consultadas no dossiê de estágio. Como tive uma intervenção pedagógica nas turmas A e B a maioria das aulas, expostas no quadro seguinte, foram leccionadas nas duas turmas.

			Conteúdos	Sumário	Objectivos
1.º Bloco	Aula n.º 29 e 30 (Turma B)	Data: 11/10/2010	♦ <i>Secções no Cubo</i>	Realização de uma ficha de revisão sobre a posição relativa de rectas e planos no espaço. Secções no cubo. Realização de uma actividade prática, com o auxílio de cubos de esponja.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compreender e aplicar critérios de paralelismo e de perpendicularidade; ▪ Identificar, desenhar e interpretar secções no cubo por um plano; ▪ Identificar e interpretar secções no cubo por um plano; ▪ Desenhar e identificar secções produzidas no cubo por um plano.
	Aula n.º 31 (Turma B)	Data: 11/10/2010	♦ <i>Secções no Cubo</i>	Conclusão da actividade realizada na aula anterior. Realização de uma actividade prática, com o auxílio de do <i>software</i> de geometria dinâmica Geometer's Sketchpad.	
	Aula n.º 34 e 35 (Turma A + B)	Data: 14/10/2010	♦ <i>Secções no Cubo</i>	Discussão e síntese dos polígonos que resultam da intersecção do cubo por um plano. Representação de secções num cubo.	
4.º Bloco	Aula n.º 63 (Turma A + B)	Data: 15/11/2010	♦ <i>Distância entre dois pontos</i> ♦ <i>Circunferência e círculo</i>	Conclusão do estudo da equação da circunferência e do círculo. Resolução de exercícios.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar a distância entre dois pontos no plano; ▪ Deduzir a fórmula da distância entre dois pontos no plano; ▪ Identificar e escrever uma condição que defina uma circunferência e um círculo, no plano, dados os seus centros e raios; ▪ Identificar o centro e o raio de uma circunferência e de um círculo dada a expressão analítica que os define.
	Aula n.º 121 e 122 (Turma A + B)	Data: 02/02/2011	♦ <i>Zeros de uma função</i> ♦ <i>Sinal de uma função</i>	Estudo intuitivo de propriedades das funções. Zeros e sinal de uma função. Resolução de exercícios.	
5.º Bloco					<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir zeros de uma função; ▪ Identificar gráfica e analiticamente os zeros e o sinal de uma função; ▪ Construir uma tabela de sinal de uma função; ▪ Interpretar os zeros de uma função em contexto real; ▪ Definir quantificador universal; ▪ Resolver problemas envolvendo o conceito de função e as suas propriedades.

6.º Bloco	Aula n.º 123 e 124 (Turma A + B)	Data: 03/02/2011	♦ Monotonia e extremos (absolutos e relativos) de uma função	Estudo da monotonia e dos extremos de uma função. Resolução de exercícios.	<ul style="list-style-type: none"> Construir tabelas de variação do sinal de uma função; Identificar os intervalos de monotonia de uma função; Identificar os extremos de uma função (absolutos e relativos); Identificar maximizante e minimizante; Construir a tabela de variação de uma função; Resolver problemas envolvendo o conceito de função e as suas propriedades.
	Aula n.º 149 e 150 (Turma A + B)	Data: 02/03/2011	♦ Função Quadrática	Realização de uma tarefa de investigação – A bola saltitante. Função quadrática.	<ul style="list-style-type: none"> Apreender por descoberta, através de uma tarefa de modelação – A bola saltitante (situação da vida real), o conceito de função quadrática; Representar gráfica e analiticamente uma função quadrática; Conjecturar a influência do parâmetro real a na representação gráfica de uma função quadrática do tipo $(y = ax^2 + bx + c, a \neq 0)$;
8.º Bloco	Aula n.º 151 (Turma A + B)	Data: 03/03/2011		Discussão da tarefa de investigação realizada como introdução ao estudo da função quadrática.	<ul style="list-style-type: none"> Estudar funções como modelos matemáticos de situações do mundo real; Usar a calculadora gráfica para obter o gráfico e para estudar as propriedades de funções quadráticas; Compreender o uso de funções como modelos matemáticos de situações do mundo real; Desenvolver o pensamento matemático e o espírito crítico.
9.º Bloco	Aula n.º 160 e 161 (Turma A + B)	Data: 17/03/2011	♦ Resolução de problemas envolvendo a função quadrática	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conclusão da realização da ficha de trabalho n.º 24. (turma B) ✓ Realização, em grande grupo, da ficha de trabalho n.º 24. (turma A) 	<ul style="list-style-type: none"> Resolver gráfica e analiticamente problemas envolvendo a função quadrática, em contexto real; Entender o uso de funções como modelos matemáticos de situações do mundo real; Desenvolver o pensamento matemático e o espírito crítico; Usar a calculadora gráfica para representar e estudar uma função quadrática.

Quadro 2.1: Conteúdos, sumários e objectivos das aulas assistidas pela Orientadora Pedagógica.

Reflexão

A minha primeira aula assistida pela Professora Lourdes Ventura foi realizada no dia 11 de Outubro na turma B. Já conhecia relativamente bem os alunos no entanto a experiência era um pouco assustadora, visto que, estava ali, à frente de uma turma de 25 alunos, com personalidades distintas. E gerir este facto com o factor de estar a ser avaliada, ter de controlar a turma e dar auxílio a todos os alunos não foi uma tarefa fácil! No início o nervosismo foi grande mas graças ao grande envolvimento dos alunos, com o desenrolar da aula este foi-se dissipando. No final efectuei com a minha orientadora um balanço desta aula e posso considerar que foi bastante positivo. A professora Lourdes elogiou o bom controlo da turma e uma exposição clara da matéria. Salvaguardando, apenas que a ficha que eu tinha realizado para esta aula poderia ter sido estruturada de outra forma, de modo a não relacionar os conceitos de paralelismos e perpendicularidade de rectas e planos em simultâneo.

Nas aulas leccionadas seguidamente fui deixando o nervosismo de parte e a minha maior preocupação passou a ser não cometer erros científicos, podendo isso ter acontecido uma ou duas vezes, não mais do que isso pela crítica final em cada uma das aulas.

Ao longo do ano lectivo, tentei sempre dinamizar actividades de modo a motivar os alunos para a aquisição dos diversos conteúdos. Para tal e sempre que oportuno socorri-me das novas tecnologias, que para os alunos destas duas turmas permitiram sempre cativar a sua atenção e desta forma possibilitar uma aprendizagem mais eficaz da Matemática.

2.1.2. Aulas supervisionadas pela Orientadora Pedagógica e pelos Orientadores Científicos da FCT-UNL

No início do ano lectivo foi efectuada a distribuição dos tempos lectivos pelo núcleo de estágio da ESFLG de modo a que a estagiária leccionasse 4 blocos, de 90 minutos, com a presença da Orientadora Pedagógica e dos Orientadores Científicos, a professora Maria Helena Santos e o professor Filipe Marques. Por motivos de saúde a professora Maria Helena Santos acabou por não poder estar presente acabando por ser substituída pela professora Paula Pimenta, que assistiu apenas à última aula, realizada no dia 11 de Maio.

As quatro aulas supracitadas podem resumir-se no quadro seguinte:

			Conteúdos	Sumário	Objectivos
1.º Bloco	Aula n.º 61 e 62 (Turma B + A)	Data: 15/11/2010	<ul style="list-style-type: none"> ♦ <i>Distância entre dois pontos</i> ♦ <i>Circunferência e círculo</i> 	Dedução da fórmula da distância entre dois pontos no plano. Circunferência e círculo. Resolução de exercícios.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar a distância entre dois pontos no plano; ▪ Deduzir a fórmula da distância entre dois pontos no plano; ▪ Identificar e escrever uma condição que defina uma circunferência e um círculo, no plano, dados os seus centros e raios; ▪ Identificar o centro e o raio de uma circunferência e de um círculo dada a expressão analítica que os define.
	Aula n.º 155 e 156 (Turma B)	Data: 14/03/2011	<ul style="list-style-type: none"> ♦ <i>Inequações do 2.º grau</i> 	Realização de uma tarefa de investigação – Inequações do 2.º grau. Resolução de exercícios.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprender a resolver graficamente, por descoberta através de uma tarefa de investigação, inequações do 2.º grau; ▪ Resolver algebricamente inequações do 2.º grau; ▪ Usar a calculadora gráfica para representar e estudar uma função quadrática.
	Aula n.º 158 e 159 (Turma B)	Data: 16/03/2011	<ul style="list-style-type: none"> ♦ <i>Resolução de problemas envolvendo a função quadrática</i> 	Correcção do trabalho de casa. Resolução de problemas envolvendo a função quadrática.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resolver gráfica e analiticamente problemas em contexto real envolvendo a função quadrática; ▪ Entender o uso de funções como modelos matemáticos de situações do mundo real; ▪ Desenvolver o pensamento matemático e o espírito crítico; ▪ Usar a calculadora gráfica para representar e interpretar uma função quadrática.
4.º Bloco	Aula n.º 198 e 199 (Turma B)	Data: 11/05/2011	<ul style="list-style-type: none"> ♦ <i>Resolução de problemas de optimização em contexto real</i> 	Resolução gráfica e analítica de problemas de optimização com a utilização do Geometer's Sketchpad.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resolver problemas geométricos envolvendo funções polinomiais; ▪ Entender o uso de funções como modelos matemáticos de situações do mundo real; ▪ Formular e testar conjecturas; ▪ Utilizar o <i>software</i> de geometria dinâmica – GSP; ▪ Desenvolver o pensamento matemático e o espírito crítico.

Quadro 2.2: Conteúdos, sumários e objectivos das aulas assistidas pela Orientadora Pedagógica e pelos Orientadores Científicos da FCT-UNL.

1.º Bloco – leccionado no dia 15 de Novembro

A minha primeira aula tinha como finalidade abordar a distância entre dois pontos e deduzir as equações da circunferência e do círculo. A sua planificação teve como principal preocupação motivar a aprendizagem dos alunos. Para tal elaborei uma tarefa que envolvia a utilização do quadro interactivo, do *software* de geometria dinâmica – o GeoGebra e uma apresentação em PowerPoint. As tecnologias envolvidas tornaram a aula mais dinâmica. No entanto, foram mais uma fonte de nervosismo para mim, pois receava que algo não funcionasse, mas as tecnologias “corresponderam” a todas as expectativas, conseguindo assim atingir os objectivos a que me propus.

Análise crítico-reflexiva

Esta aula ocorreu depois de eu já conhecer a turma e depois de ter leccionado algumas aulas assistidas pela professora Lourdes Ventura. Aquando da análise dessa aula afirmei não ter conseguido abstrair-me da observação dos Orientadores. Estava muito nervosa. Confesso, no entanto, que os alunos com a sua participação activa e oportuna acabaram por minorar o efeito de me sentir observada e avaliada.

Os Orientadores partilharam da minha opinião no que se refere à ansiedade que eu demonstrei. O professor Filipe Marques enalteceu o meu controlo perante a turma. Acrescentou ainda, como aspectos positivos na gestão da minha aula, a minha postura no quadro e a exposição clara dos conceitos abordados. A professora Lourdes Ventura, partilhou também da mesma opinião. O professor Filipe Marques teceu ainda algumas críticas construtivas sobre a forma, não muito clara, como respondi a algumas das questões colocadas pelos alunos. Em particular, aconselhou que, por vezes, dar um novo exemplo poderá ser mais simples para os alunos perceberem alguns conceitos.

2.º e 3.º Blocos – leccionados no dia 14 e 16 de Março

Para mim a planificação da aula leccionada no dia 14 de Março foi, talvez, a mais difícil de idealizar. Essa aula tinha como principal objectivo abordar o tema inequações do 2.º grau. Pretendia tratar esse assunto de modo a não o transformar numa sequência rígida de procedimentos. Assim, preparei uma tarefa de investigação que implicava uma resolução gráfica de uma inequação do 2.º grau. Em minha opinião, seria mais vantajoso iniciar desta forma para, em seguida, explorar a sua resolução analítica. Optei por esta metodologia por acreditar que esta podia ser uma mais-valia para a compreensão da resolução analítica. Para a maioria dos alunos a resolução de inequações de grau superior ao primeiro não é uma tarefa fácil. Não esperava, confesso, encontrar tantas barreiras na resolução gráfica de uma inequação. Deste modo, a resolução analítica, não foi suficientemente explorada por, a determinada altura, ter querido recuperar o tempo “gasto” com um processo de resolução que, em minha opinião, seria mais facilitador.

✍ Por tudo aquilo que acabou de ser referido, a aula de sequência leccionada no dia 16 de Março sofreu algumas alterações em relação à planificação feita previamente. Com aquilo que vou dizer, não quero deixar de arcar com a parte de responsabilidade que me coube no processo de abordagem do tema. Não quero, no entanto, deixar de referir que esta reflexão, esta mudança de planificação, esta insatisfação por aquilo que não correu tão bem, é, certamente, aquilo que pode trazer mais beleza à vida profissional de um educador. Quero acreditar que na minha carreira de professora muitas destas situações me ajudarão a crescer pessoal e profissionalmente. Deste modo, no início da aula comecei por sintetizar o conceito de inequação, em particular o conceito de inequação do 2.º grau. De seguida, abordei os procedimentos necessários à sua resolução dando grande enfoque à explicação de cada uma das etapas a percorrer. Esta opção, em minha opinião, foi fundamental para que os alunos entendessem a razão de cada procedimento e não encarassem a resolução destas inequações como uma “receita”.

A segunda parte da aula decorreu de acordo com o plano de aula apresentado no dossiê de estágio.

Análise crítico-reflexiva

Devido, talvez, a algum nervosismo mas principalmente à dificuldade sentida pelos alunos na resolução gráfica das inequações propostas, na minha opinião, a aula do dia 14 de Março ficou aquém das minhas expectativas, o que me causou alguma angústia.

Eu tinha planificado a aula com o objectivo, capital, de evidenciar aos alunos que a resolução de uma inequação do 2.º grau não implicava a realização de um procedimento rígido, mas, devido às circunstâncias que já descrevi acabou por acontecer o contrário. Para colmatar essa situação alterei a planificação da aula seguinte. Deste modo, penso ter conseguido atingir os objectivos definidos.

Após a minha reflexão em relação às aulas leccionadas, seguiram-se as opiniões dos orientadores. O professor Doutor Filipe Marques evidenciou os pontos fracos, em particular a explicação não muito clara do conceito de inequação. Referiu aspectos que era necessário abordar. Não deixou também de referir as situações que, em sua opinião foram bem conseguidas.

Claro que eu não gostaria que tivessem sido apontados pontos fracos mas, por outro lado, a explanação menos conseguida na resolução das inequações do 2.º grau serviu para reflectir sobre esta matéria, ou seja, permitiu discutir a forma como podem ser abordados alguns conceitos para que os alunos percebam o porquê de ser necessário utilizar determinados procedimentos que, por vezes, em tom de brincadeira, acabamos por chamar de “receitas”. Neste momento, se fosse necessário dar uma aula com os mesmos objectivos, o seu plano seria certamente reformulado. No início da aula começaria por apresentar um problema, que implicasse uma formulação algébrica, efectuada através de uma inequação do segundo grau e em seguida passaria à sua resolução de acordo com as importantes apreciações do professor Doutor Filipe Marques.

Por fim, a professora Lourdes enalteceu a minha “coragem” por ter solicitado a participação de alguns alunos com um fraco aproveitamento, ou seja, de um grupo de alunos que, se os deixarem, não fazem grande questão em ter um papel activo na aula.

4.º Bloco – leccionado no dia 11 de Maio

No dia 11 de Maio tive a minha última aula supervisionada que foi assistida pela Orientadora Pedagógica e pelos Orientadores Científicos, o professor Doutor Filipe Marques e a professora Paula Pimenta.

A aula decorreu de acordo com a planificação que se encontra no dossiê de estágio. Os objectivos definidos para esta aula foram completamente diferentes dos delineados nas outras aulas. Nesta última aula não pretendi ensinar nenhum conceito novo mas sim consolidar vários conteúdos abordados ao longo do ano lectivo, em particular as funções, e relacioná-las com conteúdos abordados em anos anteriores. Para tal, foi proposto aos alunos realizarem um problema de optimização, em contexto real, recorrendo ao *software* de geometria dinâmica – GSP.

Embora não se tratasse de abordar novos conteúdos, esta aula foi bastante arrojada, pois envolvia a utilização das novas tecnologias, quer por parte dos alunos quer por parte da estagiária, e além disso foi conduzida numa sala completamente diferente da maioria das aulas, a sala de audiovisuais situada no pavilhão K.

Análise crítico-reflexiva

Nesta aula consegui abstrair-me completamente do olhar observador dos Orientadores, centrando-me, inicialmente no acompanhamento dos alunos e, mais tarde, na discussão da tarefa. A sua discussão foi realizada em grande grupo com o auxílio do GSP e do quadro interactivo. Durante o debate das diferentes tarefas tive como principal preocupação justificar todos os resultados e tentei sempre utilizar uma linguagem científica correcta.

Como já referi, os objectivos propostos para esta aula foram completamente distintos dos delineados nas restantes aulas. Deste modo, é difícil comparar o meu desempenho nesta aula com o desempenho nas restantes. No entanto, na minha opinião, partilhada também pelos Orientadores, esta aula decorreu muito bem, tendo a estagiária utilizado com grande frequência a linguagem científica adequada à explicitação das questões e um controlo muito bom da turma. A professora Lourdes Ventura enalteceu, ainda, uma exposição clara dos conceitos, que, em sua opinião, foi uma constante na maioria das aulas leccionadas ao longo do ano lectivo.

Os Orientadores Científicos acabaram ainda por sugerir outras formas diferentes de abordar alguns dos conceitos. Uma vez mais, estes momentos foram, certamente de grande enriquecimento pessoal e profissional.

Durante esta aula os alunos colaboraram activamente no desenvolvimento das tarefas e penso que, também a eles, se deve parte do sucesso de toda esta actividade. De sublinhar o empenho dos alunos que, para além de solicitarem, como já era usual, a minha ajuda e a ajuda da professora Lourdes, por vezes, apelaram à colaboração dos Orientadores Científicos. Todo este entusiasmo dos alunos faz-me reflectir na necessidade de promover, sempre que possível, tarefas mais arrojadas que envolvam verdadeiramente os alunos na sua aprendizagem.

Reflexão final - Aulas supervisionadas

As críticas efectuadas pelos Orientadores por vezes são difíceis de ouvir principalmente depois do trabalho e empenho que está por detrás da preparação de uma aula, em particular de uma aula assistida. No entanto, depois de reflectir sobre tudo o que foi dito concluí que são de extrema importância nesta fase da minha formação, pois permitiram discutir os conteúdos a abordar evidenciando formas diferentes de os leccionar. E foram estes debates, na minha opinião, uma das minhas maiores fontes de aprendizagem durante este período e que me permitiram evoluir bastante durante o ano de estágio. Esta evolução deve-se, também ao facto de ter acompanhando as aulas leccionadas pela professora Lourdes Ventura, que as planificou sempre com a mesma preocupação: explicar o “porquê dos porquês”, para que os alunos compreendessem os conceitos expostos. Esta foi, igualmente uma mais-valia do estágio pedagógico e que me fez aprender muito.

2.2. Aulas não supervisionadas

Por motivos pessoais, a Orientadora Pedagógica solicitou-me que leccionasse, sem a sua presença, algumas aulas durante o ano lectivo. No quadro seguinte podemos visualizar um pequeno resumo das actividades desenvolvidas.

			Conteúdos	Sumário	Objectivos
1.º Bloco	Aula n.º 81 e 82 (Turma A + B)	Data: 09/12/2010	♦ <i>Multiplicação de um número real por um vector – Vectores Colineares</i>	Entrega dos testes de avaliação. Multiplicação de um número real por um vector. Resolução da ficha de trabalho n.º 12.	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar as operações com vectores; Aprender a multiplicar um número real por um vector; Identificar vectores colineares.
2.º Bloco	Aula n.º 83 (Turma A)	Data: 09/12/2010	♦ <i>Multiplicação de um número real por um vector – Vectores Colineares</i>	Resolução de exercícios.	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar as operações com vectores; Aprender a multiplicar um número real por um vector; Identificar vectores colineares.
3.º Bloco	Aula n.º 113 (Turma B)	Data: 24/01/2011	♦ <i>Rectas no plano.</i> ♦ <i>Domínios planos</i>	Resolução dos exercícios 2 e 3 da série de problemas n.º 3 do GAVE (Dezembro de 2009).	<ul style="list-style-type: none"> Rever e consolidar os conceitos apreendidos nas aulas anteriores (equação reduzida e vectorial de uma recta e domínios planos).
4.º Bloco	Aula n.º 198 e 199 (Turma A)	Data: 11/05/2011	♦ <i>Polinómios. Funções polinomiais</i>	Resolução da ficha de trabalho n.º 28.	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar a divisão inteira de polinómios; Consolidar a resolução de inequações de grau superior ao segundo.
5.º Bloco	Aula n.º 227 e 228 (Turma A + B)	Data: 08/06/2011	♦ <i>Conteúdos do programa de Matemática A – 10.º ano</i>	Revisões de preparação para o teste de avaliação. Esclarecimento de dúvidas.	<ul style="list-style-type: none"> Consolidar os conceitos leccionados ao longo do ano lectivo.

Quadro 2.3: Conteúdos, sumários e objectivos das aulas não supervisionadas pelos Orientadores.

Análise crítico-reflexiva

A primeira aula leccionada sem supervisão ocorreu já no final do primeiro período. Ministrei um bloco (90 minutos) para os alunos da turma B, a minha turma de estágio, e dois blocos (90 + 45 minutos) para os alunos da turma A.

Os alunos da turma B apresentavam, habitualmente, um bom comportamento, sendo possível trabalhar com eles com grande facilidade. Por outro lado, a turma A era difícil de controlar, pois os alunos encontravam-se, geralmente, muito agitados, devido particularmente à presença de cinco alunos que apresentavam um comportamento que revelava bastante imaturidade (de referir que estes comportamentos eram uma constante em todas as disciplinas).

Aquando da leccionação destas aulas já conhecia bem as turmas e, por isso, tinha algum receio do comportamento e da aceitação dos alunos da turma A. Para minha grande surpresa o comportamento das turmas foi completamente inverso ao esperado, ou seja, consegui um controlo total da turma A sendo na turma B muito mais difícil de me fazer ouvir. De qualquer forma consegui cumprir a planificação que tinha elaborado para estas aulas, que pode ser consultada no dossiê de estágio. Nestas aulas corriji, em grande grupo, a ficha de trabalho n.º 12, realizada pela professora Lourdes Ventura. Além disso, na turma A ainda leccionei o conceito de vectores colineares. Para trabalho de casa, elaborei a ficha de trabalho n.º 13, com o objectivo dos alunos explorarem as propriedades da adição de vectores e da multiplicação de um número real por um vector.

Como já referi, na turma B tive alguma dificuldade em captar a atenção simultânea dos alunos, principalmente porque estes têm ritmos de aprendizagem diferentes, valorizando e percebendo agora perfeitamente a opinião da professora Lourdes quando refere que é muito importante a presença de duas professoras na sala de aula.

Por outro lado, as aulas da turma A funcionaram dentro da normalidade. Devo ainda enaltecer a atitude de um dos alunos, o Tomás, pois durante a aula pediu para que um dos alunos que estava a conversar durante a aula fizesse silêncio, dizendo: “Cala-te.....esta aula é muito importante para a professora”. A turma em geral viu-me como professora o que foi também muito importante para mim.

Como já referi, antes destas aulas encontrava-me um pouco ansiosa e, na minha opinião, a professora Lourdes também receava o comportamento dos alunos da turma A. No entanto, entregou-me as suas turmas. Posso considerar que esta primeira experiência foi positiva e agradecer à professora por me ter confiado os seus “meninos”.

No dia 11 de Maio leccionei, na turma A, mais uma aula não supervisionada, que pensava ser a última deste ano de estágio. Coincidindo, igualmente, no dia em que fui assistida pela última vez pelos Orientadores da FCT-UNL.

Neste momento já conhecia a turma bastante bem o que implicou apenas um pequeno nervosismo inicial. Após a escrita do sumário solicitei que os alunos realizassem em grupo a ficha de trabalho n.º 28, elaborada pela professora Lourdes Ventura. Fui acompanhando os vários grupos e esclarecendo as dúvidas que surgiam. Conforme os alunos iam realizando os exercícios fui solicitando a colaboração de alguns na correcção dos exercícios no quadro. Pela dificuldade geral apresentada pelos alunos em dois exercícios acabei por os resolver no quadro.

No dia 8 de Junho leccionei, agora sim, a minha última aula como estagiária. Por motivos de saúde a Professora Lourdes Ventura não pode estar presente e eu resolvi com as turmas A e B uma ficha de revisões de preparação para o teste de avaliação, que os alunos iriam realizar na aula seguinte.

Já não estava com todos os alunos da turma B há mais de uma semana, devido à elaboração do presente relatório e, nesta aula, fiquei muito feliz com a calorosa recepção dos “meus” meninos.

A aula correu dentro da normalidade, nas duas turmas, e senti que realmente tinha evoluído durante o estágio, pois senti-me durante as aulas muito segura na sua condução e no esclarecimento das dúvidas colocadas pelos alunos.

Reflexão final - Aulas não supervisionadas

As aulas não supervisionadas na minha opinião foram igualmente importantes pois permitiram-me ter uma percepção mais real do papel do professor na sala de aula. Foram também importantes para o sucesso das aulas supervisionadas, sobretudo em relação à gestão da sala de aula: saber dizer sim/não perante alguns pedidos, esclarecer as dúvidas dos alunos, expor os conteúdos, utilizar as tecnologias, etc. Claro que nem sempre tudo correu bem, foram sentidas algumas dificuldades mas no final a sensação que ficou foi: “É mesmo isto que eu quero fazer pela vida fora”.....”gosto mesmo do que estou a fazer”.

2.3. Avaliação

A elaboração das fichas realizadas para avaliação de conhecimentos das turmas A e B foram elaboradas pelo núcleo de estágio. A minha participação nem sempre foi do mesmo tipo. Em algumas delas sugeri exercícios, noutras melhorei figuras, noutras propus alterações. Mas, efectuei a resolução de todas as fichas de avaliação. Esta resolução foi disponibilizada aos alunos, inicialmente, em formato papel e, a partir do segundo período, na página da disciplina, na plataforma Moodle.

Tive ainda a oportunidade de corrigir um teste de avaliação realizado pela turma B no mês de Janeiro e dois mini-testes realizados, também por esta turma, já no final do segundo período. Antecipadamente, os critérios de correcção desses elementos de avaliação foram elaborados e discutidos com a Professora Lourdes Ventura.

Corrigi também durante o ano lectivo alguns trabalhos de casa que os alunos tinham de entregar atribuindo-lhes uma classificação qualitativa, para mero conhecimento, por parte da minha Orientadora, da aprendizagem dos alunos.

No final de cada período lectivo as notas dos alunos das turmas de intervenção pedagógica foram, também discutidas pelo núcleo de estágio. Participei, igualmente nos conselhos de turma para discussão das notas relativas ao segundo período, dos alunos das turmas A e B.

2.4. A sala de estudo do 10.º B

A sala de estudo é um espaço que se pretende que seja um ambiente educativo diferente daquele a que o aluno está habituado a viver nas áreas curriculares disciplinares, aproveitando o seu tempo livre de forma construtiva e enriquecedora. Assim, o aluno tem o privilégio de receber um apoio mais individualizado pela professora que o ajudará a colmatar algumas das lacunas com que se confronta.

Como já referi os alunos, inscritos na disciplina de Matemática A, na ESFLG, têm a possibilidade de frequentar uma sala de estudo dedicada à disciplina de Matemática. Este apoio é ministrado, nas turmas A e B, pela professora Lourdes Ventura e tem uma duração semanal de 45 minutos, podendo ser alargado pela afluência e dificuldades manifestadas pelos alunos.

No final do primeiro período, a estagiária ofereceu-se para dinamizar mais uma sala de estudo dirigida aos alunos da turma B. Na reunião de avaliação do primeiro período a professora Lourdes Ventura propôs o nome de seis alunos para frequentarem esta sala de estudo extra, dedicada aos alunos que continuavam a evidenciar mais dificuldades. O Conselho de turma, em geral, e a Directora de turma, em particular, receberam esta iniciativa com muito agrado. Além dos

alunos propostos, sempre que um ou outro aluno sentiu necessidade de frequentar esse espaço, teve sempre o acolhimento necessário e foi sempre bem vindo.

A implementação desta sala de estudo teve como principais objectivos:

- colmatar algumas lacunas básicas de cálculo e de resolução de problemas;
- melhorar as aprendizagens e consolidar os conhecimentos abordados nas aulas;
- esclarecer dúvidas sobre os diversos conteúdos programáticos.

Esta sala de estudo funcionou às segundas-feiras, entre as 16h 20m e as 17h 05m, na sala D-12. Como recursos, para estas aulas, a estagiária, elaborou diversas fichas denominadas por Fichas de Revisão³. Estas foram elaboradas tendo em conta os conteúdos em que os alunos iam apresentando mais dificuldades. No final do período foi feita uma análise de frequência das salas de estudo, ministradas pela professora Lourdes Ventura e pela estagiária, assim como das melhorias das aprendizagens.

Reflexão

Para a estagiária a organização da sala de estudo, dedicada à sua turma de estágio, foi uma mais-valia em inúmeras vertentes. Em primeiro lugar porque se tratou de um espaço para ajudar os alunos que apresentavam mais dificuldades de aprendizagem. Em segundo lugar, embora contando com um número reduzido de alunos, a leccionação destas aulas foi bastante útil como forma de conseguir “agarrar” a turma, ou seja, exercitar o controlo da disciplina em sala de aula e o de cativar a atenção e confiança dos alunos.

³ As fichas de revisão encontram-se no dossiê de estágio.

Capítulo 3

Tarefas realizadas pelo núcleo de estágio

Durante todo o ano lectivo o núcleo de estágio desenvolveu e realizou um número considerável de tarefas. No presente capítulo irei descrever e analisar cada uma delas, em particular, apresentarei as razões pelas quais foram concebidas, os materiais produzidos e em algumas delas uma pequena reflexão sobre a sua implementação.

3.1. Actividades Educativas

No início do ano lectivo 2010/2011 foi constituída, pela Direcção Executiva da ESFLG, uma bolsa de professores de substituição. Desta forma, sempre que faltava um docente de uma determinada turma era solicitada a presença do professor que efectuou, até à data, um menor número de aulas de substituição. Da necessidade de um registo destas aulas, foi solicitada ao núcleo de estágio a colaboração na organização destas actividades, designadas por “Actividades Educativas”.

Estas actividades têm um carácter excepcional e visam dar a continuidade desejada às actividades dos alunos/turma face à ausência de curta duração dos docentes.

Para auxiliar este registo o grupo de estágio utilizou uma folha de cálculo de Excel, que era actualizada duas vezes por semana. No final da semana eram entregues, ao responsável pelo Serviço de Telefone (PBX), as folhas para registo das substituições efectuadas, pelos diversos professores e afixada, na sala de professores, a folha de ordenação dos professores de substituição⁴.

⁴ No dossiê de estágio encontra-se um exemplo dos materiais produzidos semanalmente.

3.2. Materiais e tecnologias utilizados

As indicações metodológicas, actuais, para o ensino da Matemática dão grande relevo à utilização de materiais manipuláveis em sala de aula, valorizando o seu papel na aquisição e construção de conceitos matemáticos em todos os níveis de ensino. O mesmo acontecendo relativamente ao uso de meios tecnológicos, que favorecem e permitem a simulação de situações e o estudo de novos problemas, estimulando o espírito de investigação nos alunos e dando-lhe um lugar mais activo no processo de aprendizagem (1994, NCTM).

Desta forma, por minha iniciativa própria e por vezes por solicitação da Professora Lourdes Ventura elaborei alguns materiais com o objectivo de facilitar e motivar a aprendizagem dos alunos e que passo a apresentar em seguida.

Logo no início do ano lectivo, aquando da leccionação das *Secções num Cubo* construí diversos cubos em esponja, figura 3.1, que permitiram aos alunos explorarem e conceberem as diversas secções que podem ser obtidas pela intersecção de um cubo com um plano.



Figura 3.1: Cubos em esponja elaborados para explorar as *Secções num Cubo*.

Antes da leccionação das Simetrias no Espaço construí um octante em cartolina, como se pode observar na figura 3.2. Sendo utilizado para explicitar as simetrias relativamente aos planos bissectores dos octantes.

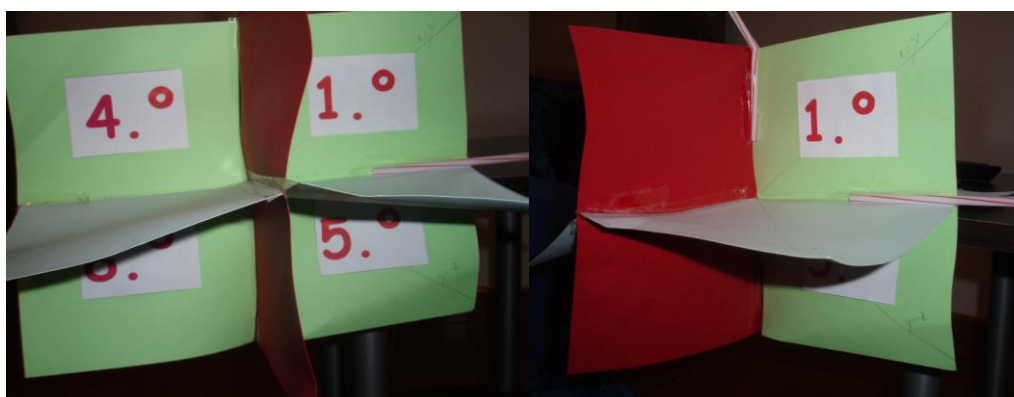


Figura 3.2: Vista parcial do octante produzido para estudar as *Simetrias no Espaço*.

Mais tarde, para a exploração e correcção de alguns exercícios, especialmente, dos capítulos: *Vectores no plano e no espaço* e *Funções*, elaborei algumas apresentações em PowerPoint. Nestas apresentações figuravam as imagens presentes nos enunciados dos exercícios que se pretendiam analisar.

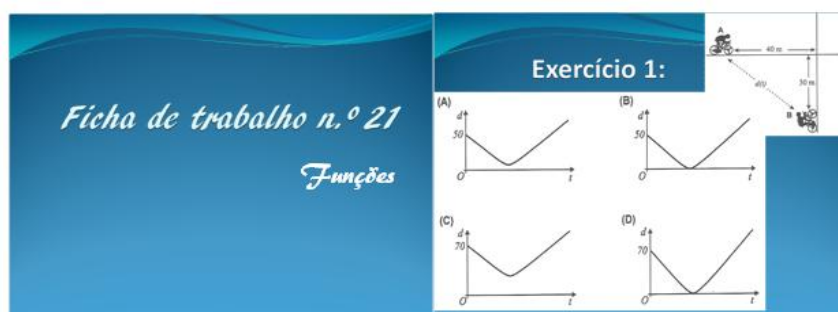


Figura 3.3: Exemplo de slides elaborados para explorar os exercícios da ficha de trabalho n.º 21 – *Funções*.

O núcleo de estágio apoia e incentiva o uso das novas tecnologias no ensino, pois acredita que estas possibilitam e motivam a aprendizagem dos alunos. Assim, durante o decorrer do ano lectivo foram idealizadas diversas actividades em que as tecnologias foram privilegiadas, nomeadamente: o *software* de geometria dinâmica – GSP, a calculadora gráfica e o quadro interactivo. Visto que os alunos não estavam familiarizados com estas tecnologias foram realizadas fichas orientadas que podem ser consultadas no dossiê de estágio. Em particular, todas as fichas que requeriam a utilização do GSP foram, antes de aplicadas, testadas pelo núcleo de estágio.

3.3. Plataforma Moodle

O Moodle é uma plataforma de suporte à aprendizagem via *web*, que permite: aos docentes, disponibilizarem conteúdos; e aos alunos, acederem a esses conteúdos.

No início do 2.º período o núcleo de estágio decidiu criar, na plataforma Moodle, a página da disciplina de Matemática A, para as turmas A e B do 10.º ano. A estagiária encarregou-se pela configuração e manutenção da página da disciplina.

Com a elaboração da página electrónica da disciplina pretendeu-se em primeiro lugar criar um espaço de disponibilização de recursos produzidos para as aulas, tais como: fichas de trabalho, fichas de revisão, testes de avaliação e as respectivas sugestões de resolução, actividades realizadas com o *software* de geometria dinâmica – *Geometer's Sketchpad*, entre outros.

Pretendeu-se igualmente criar um espaço onde os alunos pudessem comunicar com os professores e os colegas no âmbito da disciplina.

Como última finalidade, uma vez que esta página está alojada numa plataforma Moodle, tal permitirá que os alunos estabeleçam um primeiro contacto com esta, a qual está a ser muito utilizada por muitas instituições de Ensino Superior, sendo esta familiarização em especial proveitosa para os alunos que pretendam enveredar por um curso superior.

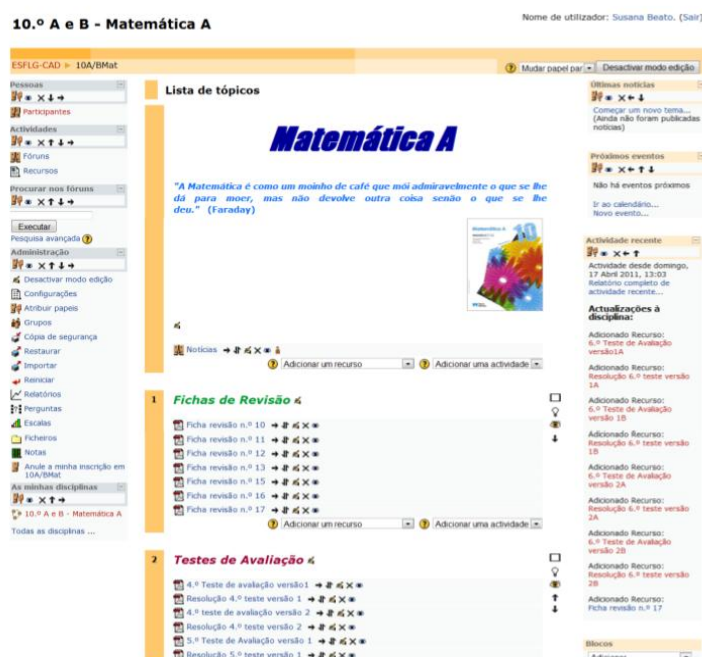


Figura 3.4: Vista parcial da página principal da disciplina de Matemática A, das turmas A e B do 10.º ano.

3.4. A Direcção de turma

O Director de Turma é designado pelo Director da escola de entre os professores da turma e tem inúmeras atribuições. De entre elas, deve “desenvolver acções que promovam e facilitem a correcta integração dos alunos na vida da Escola” e deverá ainda “promover a adopção de medidas tendentes à melhoria das condições de aprendizagem e a um ambiente educativo” (regulamento interno da ESFLG, 2010).

Acompanhar a direcção de turma é também uma das tarefas a desempenhar pelos estagiários. Durante o meu estágio esta tarefa não foi desenvolvida na turma de estágio, mas sim na turma A, direcção de turma atribuída à minha Orientadora Pedagógica.

Durante o ano lectivo a professora Lourdes Ventura debateu comigo todas as situações que iam sucedendo com os alunos. A partilha das inúmeras situações relacionadas com os alunos, nomeadamente: problemas de comportamento, desrespeito pelas regras de funcionamento das aulas, problemas familiares, dificuldades de aprendizagem, mudanças de curso, entre outras, foram de extrema importância para a minha formação profissional.

Além do acompanhamento nas questões pedagógicas supracitadas, tive, também, a oportunidade de colaborar na parte burocrática, tal como: registo e justificação de faltas dos alunos, problemas de excesso de faltas, actas do conselho de turma, preparação e acompanhamento das reuniões do conselho de turma e de entrega de notas, realizada com os encarregados de educação.

Reflexão

O 10.º ano de escolaridade é um ano importante para os alunos pois começam a alicerçar o seu futuro. No entanto, a área que escolheram, Ciências e Tecnologias, exige muita dedicação e trabalho, para os quais alguns alunos não estavam preparados nem vocacionados. Perante tal situação foi fundamental o papel da directora de turma, a professora Lourdes Ventura. Após começarem a surgir os primeiros casos de insucesso escolar a professora dialogou com os alunos tentando perceber quais poderiam ser os motivos para o insucesso.

Na minha opinião esta é uma tarefa difícil mas que todos os professores deverão saber colmatar para tal é necessário actuar na hora certa. Após a discussão com alguns alunos sobre tais situações estes perceberem que, realmente não estavam na área certa e que, talvez fosse melhor efectuarem uma mudança de curso. Poder estar presente e poder participar durante todas estas situações foi para mim fundamental. Foi desta forma possível perceber o que realmente muitos autores defendem como sendo o papel do director de turma. É o professor que acompanha, apoia e coordena os processos de aprendizagem, de orientação, de maturação dos alunos e de orientação e de comunicação entre docentes, alunos, pais/encarregados de educação e restantes agentes da comunidade educativa.

3.5. Apresentação para o Grupo Disciplinar de Matemática – As novas tecnologias

Já a terminar o ano lectivo a professor Lourdes pediu-me para realizar uma apresentação sobre algumas das actividades desenvolvidas, com o auxílio das novas tecnologias, durante o ano lectivo. Esta apresentação será realizada no dia 15 de Junho e destina-se aos Professores do Grupo disciplinar de Matemática da Escola.

A realização desta apresentação tem dois objectivos. O primeiro consiste em mostrar ao grupo actividades diferentes, com a utilização das novas tecnologias, que é possível executar com os alunos e que permitiram motivar a sua aprendizagem. No segundo pretende-se desmistificar a utilização das tecnologias em sala de aula e motivar o grupo para a adopção com mais frequência deste tipo de actividades.

Desta forma, escolhi apresentar ao grupo duas actividades. Uma delas é a actividade sobre a qual incidiu a minha investigação na prática pedagógica, apresentada na Parte II do presente relatório, realizada com a utilização da calculadora gráfica e do sensor de movimento. A outra foi a actividade realizada na minha última aula assistida pela Professora Lourdes Ventura e pelos Orientadores Científicos da FCT-UNL, realizada com o auxílio do *software* de geometria dinâmica Geometer's Sketchpad e do quadro interactivo. Escolhi estas actividades, pois senti que em cada uma delas os alunos evidenciaram um maior interesse e empenho na aquisição dos conceitos abordados.

Reflexão das actividades desenvolvidas pelo núcleo de estágio

Agora que está a acabar o estágio sinto que “cresci” pessoal e profissionalmente, sobretudo pelo grande numero de tarefas desenvolvidas e pelo trabalho conjunto realizado no núcleo de estágio. O aspecto para mim mais relevante está relacionado com o debate de conceitos e definições, o que permitiu uma explanação mais clara nas aulas dos diversos conteúdos abordados. Outra grande preocupação do núcleo assentou sobre a formulação dos enunciados dos exercícios inseridos nas fichas de trabalho e em particular dos que foram colocados nos testes de avaliação. Foram discutidos os termos que se devem utilizar em cada situação, os que são mais claros para os alunos, mas sempre utilizando uma linguagem científica correcta. Por fim e também bastante importante foi a utilização das novas tecnologias. Destaco o uso da calculadora gráfica, que foi sempre incentivada, não para efectuar os simples cálculos de aritmética mas fundamentalmente como uma ferramenta que apoia o aluno no processo de reflexão e de construção do conhecimento.

Capítulo 4

Iniciativas de Enriquecimento Curricular

Segundo vários investigadores a participação dos alunos em actividades de Enriquecimento Curricular permite-lhes criarem uma percepção mais positiva da escola suscitando uma diminuição do abandono escolar. Para Marsh (1992, citado por Simão, 2005) as actividades de complemento curricular levam a um aumento do interesse do aluno face à escola e aos valores da escola, o que conduz a um melhor rendimento escolar.

Desta forma, os professores do grupo Disciplinar de Matemática da ESFLG e o núcleo de estágio procuraram, durante o ano lectivo, dinamizar diversas actividades, que serão apresentadas seguidamente.

4.1. A árvore de Natal Matemática

Como todos sabemos, na época do Natal, em todas as casas enfeitam-se as árvores de Natal e na nossa escola não foi uma excepção!

Aquando da elaboração do plano anual de actividades o núcleo de estágio prontificou-se para realizar a decoração da árvore de Natal. Para esta actividade foram delineados os seguintes objectivos:

- Promover o gosto pelas aprendizagens e pela procura autónoma dos saberes;
- Formar alunos participativos e interventivos na vida da escola.

A árvore foi ornamentada com sólidos geométricos construídos no âmbito da disciplina de Matemática, com a colaboração dos alunos do 10.º ano, das turmas A, B, C, D e E, e dos alunos das turmas A e C, do 9.º ano. Para dar



Figura 4.1: Árvore de Natal Matemática.

mais brilho à árvore foi solicitado aos alunos que, além da construção de um sólido à sua escolha efectuassem a sua decoração.

Para estimular e facilitar a participação dos alunos disponibilizei algumas planificações e modelos de sólidos geométricos⁵.

Depois de decorada a árvore foi colocada no pavilhão C, junto à sala de professores, para que todos os alunos a pudessem visionar.

Entre cubos, pirâmides, prismas e até uma “super estrela” podemos dizer que o resultado final foi muito interessante como podemos observar na figura 4.1.

Na figura 4.2 podemos, ainda, admirar o empenho e dedicação que alguns alunos dedicaram a esta tarefa, decorando os sólidos com um primor singular.

Devemos ainda enfatizar a participação muito positiva dos alunos das turmas A e B do 10.º ano, em especial da turma de estágio, o 10.ºB, onde todos os alunos participar com a execução de, pelo menos, um sólido.



Figura 4.2: Sólidos geométricos realizados pelos alunos para ornamentar a árvore de Natal.

4.2. Os dias do Grupo Disciplinar de Matemática

O Grupo Disciplinar de Matemática decidiu, no início do ano lectivo, dedicar os três últimos dias do 2.º período (6, 7 e 8 de Abril de 2011) à disciplina de Matemática.

De acordo com Schwartz (1966, citado por Kodama, 2004) a noção de jogo aplicado à educação desenvolveu-se vagarosamente e penetrou, tardiamente, no âmbito escolar, sendo sistematizada com atraso. Porém, trouxe transformações significativas, fazendo com que a aprendizagem se tornasse divertida.

Assim, o grupo disciplinar de Matemática idealizou algumas actividades para celebrar estes dias. O núcleo de estágio teve, também a oportunidade de participar em duas delas: no Bingo de Equações e no “Quem quer ser Matemático”.

⁵ Material disponível no dossiê de estágio.

4.2.1. Bingo de Equações

Inserida nos dias do departamento foi idealizada uma actividade intitulada – Bingo de Equações – a realizar com as cinco turmas do 10.º ano que frequentam a disciplina de Matemática A.

Esta actividade foi concebida para se executar em duas fases. Na primeira fase o jogo deveria ser efectuado, individualmente, em cada uma das cinco turmas onde seria apurada uma equipa vencedora. Na segunda fase seria realizada uma final entre as cinco equipas apuradas na primeira fase.

Este jogo foi preparado por mim, com base no tradicional jogo do Bingo, com a colaboração da professora Lourdes Ventura. O material produzido encontra-se disponível no dossiê de estágio.

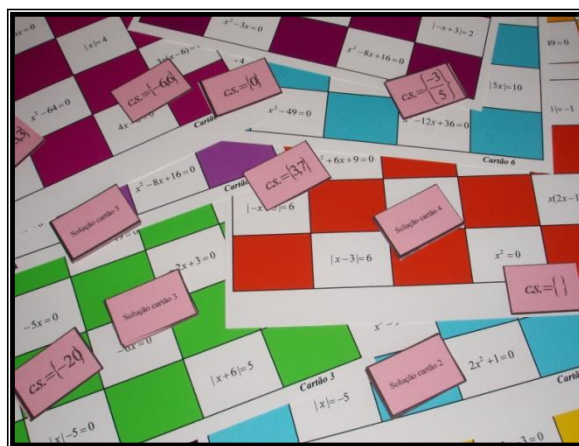


Figura 4.3: Cartões utilizados no jogo – Bingo de Equações.

Neste jogo, em vez dos tradicionais algarismos inseridos nas quadrículas dos cartões do Bingo, foram colocadas equações do 1.º e 2.º grau e ainda equações com módulos (conteúdos já abordados durante o ano lectivo). Os cartões sorteados continham as soluções das diversas equações. A primeira equipa a completar o cartão, na sua totalidade, vencia o jogo.

Com alguma tristeza, esta actividade acabou por ser realizada apenas na turma B devido à sobreposição de actividades realizadas pelos outros grupos disciplinares, que também aproveitaram os últimos dias do 2.º período para dedicar às suas disciplinas.



Figura 4.4: Alunos do 10.º B durante a realização do jogo – Bingo de Equações.

Embora o jogo tenha sido realizado apenas com os alunos do 10.º B deve-se enfatizar a sua participação, pois todos os alunos mostraram grande motivação e entusiasmo.



Figura 4.5: Alunos do 10.º B - equipa vencedora do Bingo de Equações.

4.2.2. Quem quer ser Matemático

Baseado no popular concurso Quem quer ser Milionário foi realizado igualmente nos dias do departamento um concurso intitulado “Quem quer ser Matemático”, destinado a todos os alunos do 7.º e 8.º anos e aos alunos inscritos na disciplina de Matemática A do 10.º e 11.º anos de escolaridade.



Figura 4.6: Alunos do 10.º ano durante a participação no concurso “Quem quer ser Matemático”.

As questões elaboradas incidiam sobre as várias unidades didácticas dos programas de Matemática de cada um dos anos lectivos supramencionados.

O núcleo de estágio participou na produção e na resolução das questões⁶ destinadas ao 10.º e ao 11.º ano de escolaridade e nos respectivos torneios.



Figura 4.7: Alunos do 10.º A - equipa vencedora do concurso “Quem quer ser Matemático”.

O concurso teve como principais objectivos:

- Promover o gosto pelas aprendizagens e pela procura autónoma dos saberes;
- Consciencializar para o cumprimento das regras e do respeito pelas normas, quer no espaço da sala de aula, quer fora dela.

⁶ Os materiais produzidos encontram-se disponíveis no dossiê de estágio.

4.3. Peça de teatro – Querida Matemática

Com o objectivo de demonstrar a utilidade e a importância da Matemática, na vida corrente contemporânea a professora Lourdes Ventura, durante o 2.º período, propôs ao grupo disciplinar de Matemática e aos alunos da escola que frequentam esta disciplina, o visionamento da peça de teatro português “Querida Matemática”.

Esta peça, sendo um espectáculo dinâmico, cheio de ritmo, baseado em temáticas e conteúdos programáticos da disciplina de Matemática, entre o 5.º e o 12.º ano de escolaridade, teve uma forte componente pedagógica e didáctica para a aprendizagem da Matemática. Durante diversas cenas da peça mostra-se como ela pode ser determinante para o sucesso pessoal, profissional e social do indivíduo.

A organização do evento ficou a cargo do núcleo de estágio. Pelo elevado número de inscrições os actores deslocaram-se até à vila da Parede, sendo a peça de teatro interpretada no auditório da Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, no dia 9 de Maio de 2011.

A adesão dos alunos foi bastante positiva, pois foi necessário realizar quatro secções devido ao elevado números de inscrições.

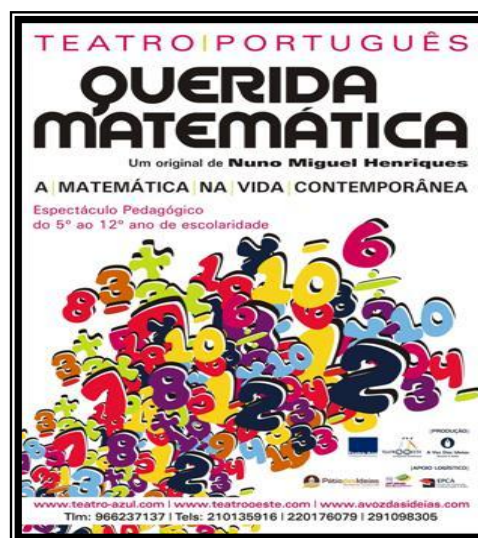


Figura 4.8: Cartaz da peça de teatro “Querida Matemática”.

4.4. Palestra - "*What do we mean when we say 'I know'?*"

No início do ano lectivo, aquando da elaboração do plano anual de actividades 2010/2011 sugeri a realização de uma palestra proferida pelo Professor Doutor Christopher Aretta da FCT-UNL, intitulada, inicialmente: “Como vencer o trauma da Matemática”. Em seguida foi efectuado o convite ao professor, que de imediato acedeu à nossa solicitação.

Depois de conhecer bem os alunos das turmas onde tive uma intervenção pedagógica, em particular a falta de objectivos dos alunos da turma B e o seu fraco aproveitamento na disciplina de Matemática decidi, em conjunto com a professora Lourdes, pedir ao Professor Christopher que na sua palestra tentasse, com base em experiências reais, mostrar aos alunos que as dificuldades podem ser vencidas e que a concepção de um objectivo de vida os poderia ajudar a superá-las.

No dia 26 de Maio e na presença de mais de uma centena de alunos, do 10.º ano de escolaridade, o Professor Christopher proferiu a palestra intitulada "*What do we mean when we say 'I know'?*", que se realizou no auditório da Escola.

Após a sua realização verificámos que o *feedback* dos alunos sobre o tema da palestra foi muito positivo, podendo desta forma concluir que a actividade atingiu os objectivos propostos.

No dia seguinte, a recompensa para o núcleo de estágio ainda foi maior pois, a encarregada de educação de uma das alunas que tinha participado na palestra comunicou à Professora Lourdes que a sua filha tinha “adorado” a conferência, mencionando que a aluna já pensava em como seriam as aulas na Faculdade.



Figura 4.9: Imagens da palestra proferida pelo Professor Doutor Christopher Aretta da FCT-UNL, no auditório da ESFLG.

Em suma, todas as actividades lúdicas e de lazer realizadas durante o ano lectivo foram recursos que devem ser encarados como um meio de consolidação da aprendizagem Matemática, que contribuíram para o aprofundamento da compreensão dos objectos de ensino visados.

Capítulo 5

Considerações Finais

5.1. Reflexão final

A reflexão envolve a acção voluntária e intencional de quem se propõe reflectir. É na actualidade, dos conceitos mais utilizados por investigadores e formadores de professores, sempre que se referem às novas tendências da formação de docentes. Desta forma, uma ponderação reflexiva sobre o meu estágio foi a base de elaboração deste relatório. Numa primeira análise, generalizada, é possível afirmar que foi um ano de grande empenho e investimento pessoal. Tentando reflectir e debater os conteúdos científicos transmitidos, tirar partido das experiências vividas e ultrapassar as dúvidas.

A realização do estágio foi igualmente importante para mim na medida em que, ao reflectir sobre as minhas práticas consegui aumentar a confiança sobre o meu desempenho e superar as falhas que fui apresentando, principalmente pela regularidade das reflexões realizadas em conjunto com a professora Lourdes Ventura.

No que diz respeito às críticas, não só as que foram apontadas pelos Orientadores, mas igualmente às que teci após a leccionação das diversas aulas, funcionaram como um grande apoio na identificação dos meus erros, na tomada de consciência da minha postura na sala de aula e que me permitiram melhorar e aperfeiçoar a minha prática pedagógica.

Ter duas professoras de Matemática numa sala, foi uma oportunidade única para os alunos e, também para mim, pois senti um apoio incondicional de todos estes elementos que me ajudaram nesta minha “caminhada”, que espero ter sido o início de um longo e brilhante percurso profissional.

Por fim, posso considerar que este estágio foi marcante na minha vida, pois promoveu o desenvolvimento de várias experiências enriquecedoras quer ao nível pessoal quer ao nível profissional. Foi com ele que conheci um pouco da realidade do professor e aprendi que não é uma profissão fácil, mas sem dúvida que é uma profissão muito gratificante, que envolve todos os nossos sentimentos.

5.2. O Depois

Neste momento estou mesmo a acabar o estágio, falta-me apenas completar este relatório. Ainda não me fui embora e já estou com saudades da Escola, dos professores, mas principalmente, dos “meus” meninos das turmas A e B do décimo ano.

Levantar-me às seis da manhã, fazer 135 quilómetros para enfrentar 23 alunos a olhar para mim, não posso dizer que tenha gostado, pelo contrário, após estes nove meses, posso dizer até que gostei bastante.

Hoje sei que progredi durante o estágio. Os momentos de nervosismo foram desaparecendo, dando lugar mesmo a um à vontade que não esperava ter, comprovando este sentimento durante a leccionação da última aula não supervisionada no dia 8 de Junho.

A relação com a Professora Lourdes Ventura e com os “miúdos” foi impecável e este ano, mais do que um ano de professora, foi um ano de aluna. E é este o sentimento que quero continuar a partilhar pois “*Ser professor é ser um aprendente que ensina e que gosta de ensinar*” (Lourdes Ventura, 1997).

Parte II – Trabalho de Investigação

Capítulo 1

Introdução

O actual programa de Matemática para o ensino secundário (ME, 2001) apresenta novos conteúdos e diversas ideias inovadoras nomeadamente no que respeita às metodologias de trabalho, à relação da Matemática com situações reais modeladas pela Matemática (interacção da matemática com a realidade) e à abordagem dos conteúdos, que se pretende mais apoiada numa variedade de ferramentas. Permitindo, assim mostrar aos alunos que fazer matemática é uma actividade humana que os pode ajudar a interpretar, analisar e intervir criticamente na sociedade. Para apoiar a actividade dos alunos nas tarefas de aplicação e modelação, o programa supracitado, também recomenda que as novas tecnologias sejam utilizadas na sala de aula, bem como na avaliação das aprendizagens. Desta forma, num mundo em que tudo, ou quase tudo, é tecnologia não faz sentido que os nossos alunos continuem a construir a sua aprendizagem matemática sem recurso à tecnologia. A sua utilização como recurso didáctico e pedagógico para os professores das diversas áreas, além de recomendada, é cada vez mais utilizada no nosso sistema escolar. Todas as medidas anteriores visam um ensino da Matemática mais dinâmico, onde as actividades de modelação matemática surgem como uma opção interessante a desenvolver nas aulas, de forma a conquistar a motivação e o interesse dos nossos alunos.

Assim, a presente investigação tem como objectivo analisar o processo de ensino-aprendizagem da Função Quadrática dos alunos de uma turma do 10.º ano, através das estratégias de ensino implementadas, em particular realizando uma tarefa de aplicação e modelação matemática com recurso à calculadora gráfica e ao sensor de movimento. No sentido da concretização deste objectivo, além da observação da turma, foi seleccionado um grupo de três alunos para uma observação mais profunda, sobre o qual a autora não deseja inferir nem controlar as suas acções. De acordo com o objectivo delineado optou-se por utilizar uma metodologia de investigação qualitativa. A estratégia de recolha de dados irá ser diversificada, nomeadamente: observação participante, diário de bordo, experiência de ensino, análise de documentos e aplicação de questionários.

1.1. Motivação pessoal

*“ o ensino é **mais** do que uma actividade rotineira onde se aplicam simplesmente metodologias pré-determinadas...”*

Ponte, 2002, p.5

Tendo em consideração os resultados do PISA de 2003, que sugerem que é importante tanto a aquisição de competências básicas na resolução de exercícios simples que requeiram a utilização de algoritmos aprendidos pelos alunos, como a mobilização das suas aprendizagens em situações mais próximas da realidade e, também, pela partilha de opinião da autora com a afirmação de Ponte (2002) resultou a presente investigação. São estas ideologias que nos permitem ir mais longe e nos fazem pensar que é essencial uma participação activa do aluno no processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Para tal, deverão ser preparadas actividades diversificadas que dão base ao pensamento matemático. Assim, o professor, no exercício da sua actividade profissional, enfrenta necessariamente, um processo de reflexão, avaliação e de reformulação permanentes da sua prática.

Uma vez que este trabalho de investigação se realiza no âmbito do estágio pedagógico efectuado pela autora, esta deseja estabelecer e solidificar as bases da sua própria formação profissional, concebendo tarefas facilitadoras à aprendizagem da Matemática e procurando desde já efectuar uma análise e reflexão críticas da sua própria prática pedagógica.

1.2. Pertinência do estudo

A escolha do tema “Função Quadrática”, presente no programa de Matemática A do 10.º ano de escolaridade (ME, 2001) – ano lectivo em que a autora está a efectuar o estágio pedagógico – foi quase imediata. No entanto a definição dos objectivos e a escolha da estratégia de ensino a utilizar, nesta investigação, não foi uma tarefa fácil.

Após a análise de vários manuais a investigadora constatou que, na maioria, o conceito de função quadrática era introduzido através da exploração de expressões do tipo: $y = x^2$, $y = 2x^2$, $y = -\frac{1}{2}x^2$, etc., sem qualquer tipo de contexto. Outros utilizavam um contexto familiar à maioria dos alunos, nomeadamente: “Lançamento de uma bola de andebol”, “Lançamento de um balão meteorológico”, entre outros, no entanto a expressão analítica associada ao problema era dada inicialmente.

Visto que a maioria dos nossos alunos revelam inúmeras dificuldades, no que diz respeito à aprendizagem do conceito de função e à interpretação dos respectivos gráficos (Domingos, 1994) a

autora delineou um formato de ensino diferente, dos que são apresentados nos manuais, para abordar o conceito *função quadrática*. Assim, para atingir o objectivo proposto e visto que o professor deve ter um papel simultaneamente dinamizador e regulador do processo de ensino-aprendizagem (Jonassen, 2000), a autora decidiu criar uma situação motivadora e adoptar uma estratégia que implique o aluno na sua aprendizagem e desenvolva a sua iniciativa.

Desta forma, a autora optou por iniciar o estudo da função quadrática utilizando uma situação real modelada pela Matemática, familiar a todos os nossos alunos, a “queda de uma bola”. Para apoiar a actividade dos alunos na tarefa elaborada a autora decidiu utilizar as tecnologias, nomeadamente: a calculadora gráfica e um sensor de movimento, seguindo as recomendações do actual programa de Matemática A (ME, 2001).

1.3. Objectivos

Como já referimos os alunos, de um modo geral apresentam algumas ou até mesmo muitas dificuldades ao trabalharem com funções. Desta forma, o desenvolvimento da compreensão dos conceitos algébricos desempenha um papel capital na natureza das tarefas e dos recursos didácticos a eager para utilizar na sala de aula. De acordo com as indicações metodológicas do novo Programa de Matemática do Ensino Básico (ME, 2007) é recomendada a utilização de tarefas para a modelação de situações reais, que permitam ao aluno a percepção da utilidade do estudo das funções na interpretação, compreensão e na resolução de determinados fenómenos do dia-a-dia.

A realização do tipo de tarefas supracitadas pode ser apoiada pela utilização de diversos recursos tecnológicos que podem auxiliar o trabalho do aluno no estabelecimento de relações entre a linguagem algébrica e os métodos gráficos (ME, 2007). Estes recursos possibilitam por um lado a realização de tarefas de modelação, difíceis ou até impossíveis de realizar sem a sua utilização, e por outro contribuem para a motivação dos alunos.

Por isso, é objectivo central deste estudo, analisar o processo de ensino-aprendizagem da função quadrática dos alunos de uma turma do 10.º ano, utilizando diversas estratégias de ensino, em particular através da realização de uma tarefa de aplicação e modelação matemática com recurso à calculadora gráfica e ao sensor de movimento CBR - *Calculator Based Ranger*.

Para tal, pretende-se encontrar resposta para o seguinte conjunto de questões:

- a) Os alunos conseguiram caracterizar a função quadrática através da realização de uma tarefa de modelação matemática?
- b) A utilização da calculadora gráfica e do CBR na modelação matemática contribuirá para melhorar a aprendizagem e a motivação dos alunos na caracterização da função quadrática?
- c) Como é que a intervenção didáctica utilizada para o ensino da função quadrática possibilitou, aos alunos, a sua aprendizagem?

Além da observação da turma, a autora seleccionou três alunos, com perfis distintos, com o intuito de conhecer em pormenor o seu processo de ensino-aprendizagem da função quadrática.

Visto que a modelação matemática pressupõe uma interacção dinâmica entre o modelo e a situação real e de que devem ser os próprios alunos a criarem os novos conceitos antes da sua formalização, a autora, para iniciar o estudo do conceito *Função Quadrática*, elaborou uma tarefa de modelação matemática – A Bola Saltitante (anexo 1). Com a realização desta tarefa pretende-se desenvolver nos alunos a compreensão das diferentes representações da função quadrática e a tradução entre elas.

Tendo em conta, também, que as tecnologias promovem o interesse e o envolvimento dos alunos nestas actividades, na aula pretende-se que a tarefa de modelação elaborada contribua para a criação de um ambiente rico de aprendizagem. Nesta tarefa não se pretende substituir o cálculo de papel e lápis pelo cálculo com apoio da tecnologia. Pelo contrário, o uso da tecnologia visa facilitar a aprendizagem dos alunos e, em particular, a calculadora gráfica deve ser vista como um meio incentivador do espírito de pesquisa.

1.4. Organização do estudo

A Parte II – Trabalho de Investigação, do Relatório de Estágio, divide-se em seis capítulos. No primeiro capítulo, que a autora acabou de apresentar, é exposta uma introdução ao estudo efectuado, nomeadamente no que respeita à motivação pessoal da autora, à pertinência e aos objectivos do mesmo.

No segundo é apresentada uma revisão de literatura relevante sobre os conceitos envolvidos no estudo sendo dado particular destaque ao conceito de função e às indicações metodológicas para o estudo das mesmas: a modelação matemática e as tecnologias.

No terceiro capítulo são expostas e justificadas as opções metodológicas implementadas nesta investigação. Com a descrição da abordagem utilizada, dos intervenientes na acção e dos métodos e instrumentos de recolha de dados.

No quarto capítulo é efectuada a descrição da intervenção didáctica, que foi realizada em quatro momentos distintos. Neste capítulo são descritos cada um destes momentos e referenciados os objectivos da sua realização.

No quinto capítulo será efectuada uma análise dos dados após a realização de todas as actividades propostas nesta investigação.

No capítulo seis são apresentadas e discutidas as principais conclusões da investigação.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

De acordo com as questões que orientam este estudo, este capítulo desenvolve-se em cinco secções: Contexto do estudo; O conceito de *Função*; Aplicações da Matemática; Modelação Matemática e As tecnologias e a modelação matemática.

2.1. Contexto do estudo

Em Portugal, até aos anos 80 predominava o ensino centrado na actividade do professor, onde predominava o método expositivo. Sousa (2006) acreditava que este método era a chave para o êxito dos alunos na disciplina de Matemática.

Nos últimos anos, foram publicados um grande número de trabalhos tendo como objectivo a análise do nível de desempenho dos alunos nesta disciplina e onde são referidas grandes taxas de insucesso. Com os objectivos de promover um ensino de qualidade, colmatar o insucesso escolar, entre outros, tem-se assistido a uma mudança de orientações metodológicas no que respeita ao processo de ensino-aprendizagem. De acordo com esta perspectiva Jonassen (2000) afirma que a função do professor passa de “transmissor de conhecimentos para investigador, promotor (...) modelador e orientador de construção do conhecimento”(p.302).

2.2. O conceito de função

2.2.1. Contexto histórico

Para que o conceito de função atingisse uma das formas que é, actualmente, apresentada nos programas nacionais de Matemática alguns séculos se passaram. Ao longo desses séculos este conceito foi-se construindo e aperfeiçoando. Existem evidências de que já os Babilónios teriam uma ideia, ainda que vaga, deste conceito. São de facto, conhecidas tábuas de quadrados, de cubos e de raízes quadradas utilizadas por aquele povo na Antiguidade, nomeadamente, na Astronomia.

Contudo foi no século XIX que apareceu o significado mais amplo de função definido por Peter Dirichlet, em 1837, que considerava uma função como: “ Se uma variável y está relacionada com uma variável x de tal modo que, sempre que é dado um valor numérico a x , existe uma regra segundo a qual um valor de y fica determinado, então diz-se que y é função da variável independente x ” (Dorigo, 2006, p. 15).

Durante o Século XIX, os matemáticos iniciam a formalização de todos os diferentes ramos da matemática. Com esse intuito, já no final do século, começam a tentar formalizar toda a Matemática à custa da teoria de conjuntos conseguindo obter definições da totalidade dos objectos matemáticos em termos do conceito de conjunto.

O conceito actual de função resultou da investigação da Ciência ao longo dos tempos, levada a cabo por vários matemáticos. Já no século XX, um grupo de jovens franceses funda a Associação Bourbaki, com o objectivo de organizar toda a Matemática conhecida, segundo o pensamento formal de Hilbert. Em 1939, publicam o primeiro livro da colecção *Théorie des Ensembles* onde podemos encontrar a moderna definição de *Função*: “Dá-se o nome de *Função* à operação que associa a todo o elemento $x \in E$ o elemento $y \in F$ que se encontra na relação dada com x , diz-se que y é o valor da função para o elemento x , e que a função está determinada pela relação funcional considerada. Duas relações equivalentes determinam a mesma função.” (Moreira, 2010, p.74).

2.2.2. O ensino do conceito de função

O conceito de função acompanha desde muito cedo a trajectória do aluno, procurando explicar ou modelar diversos fenómenos do seu dia-a-dia. A compreensão de muitos destes fenómenos naturais e de uma variedade de aspectos do funcionamento da sociedade actual é conseguida com o desenvolvimento de competências na área da modelação matemática. Um dos modelos matemáticos mais comuns e importantes nesta área é o de *função*, nas suas diversas formas de representação: gráfica, por tabela ou através de uma expressão com variáveis.

Este conceito é certamente, um dos temas de maior importância devido, em parte, ao facto de ser amplamente utilizado em inúmeras áreas do conhecimento. Faz parte dos programas de Matemática dos vários ciclos escolares, embora comece a ter uma abordagem mais aprofundada a partir do 10.º ano de escolaridade. Durante este ano escolar, os alunos complementam as suas experiências anteriores, aprofundam a sua compreensão sobre relações e funções e ampliam o seu reportório de funções conhecidas, em particular a *função quadrática*.

Actualmente, o conceito supracitado continua a inquietar alunos e professores, os primeiros não as percebem e os segundos não as conseguem fazer perceber (Silva, 1994).

Segundo Silva (1994) é reconhecida a importância do estudo deste conceito para a maioria dos alunos, pois é uma ferramenta indispensável que permite dar uma interpretação matemática da variação de uma quantidade em função de outra.

Mundy e Lauten (1993) identificam seis formas diferentes de representar uma função: fenómenos reais, regra verbal, diagrama, tabela, gráfico e fórmula. Comummente as representações mais utilizadas são as expressões analíticas e os gráficos.

2.3. Aplicações da matemática

Uma das razões apontadas para o insucesso na disciplina de Matemática, num estudo efectuado por Ponte (1994), deve-se à forma como esta disciplina é abordada, sendo dada maior relevância à simbologia do que ao contexto, ou seja, a Matemática apresenta-se, por vezes, como uma ciência isolada e pouco relacionada com o dia-a-dia.

Pouco a pouco esta mentalidade tem-se alterado. Já na opinião de Skovsmose (2001, citado por Ogliosi, 2007) “Concretizar a Matemática, tirando-a da abstracção, é envolvê-la na sua construção e comunicação com a realidade e torná-la uma ciência de uso quotidiano ao alcance de todos”. Devido às exigências do mercado de trabalho actual é imposto, que cada vez mais, se formem alunos conscientes e críticos perante a realidade. Para atingir este propósito é necessário

que um dos principais objectivos da educação, em particular da Educação Matemática passe por envolver os alunos num contexto real.

Presentemente, os objectivos gerais para a disciplina de Matemática, referidos no programa do Ministério da Educação (2001), apontam para a diversificação de práticas pedagógicas. Assim, a diferenciação na forma de trabalho, como são exemplo os trabalhos de grupo, a implementação de discussões, a resolução de problemas, entre outros, remetem-nos para uma mudança significativa na natureza das actividades em sala de aula, que vão mais além do que o simples domínio de técnicas de cálculo que, não garantem o reconhecimento da sua aplicabilidade em situações novas.

Para Carreira (1993) *Aplicação da Matemática* significa a “intenção de estabelecer conexões entre a matemática e o mundo real, podendo entender-se, neste sentido, os modelos matemáticos como parte integrante das aplicações e o processo de modelação” (p.11).

Assim, a modelação matemática, foi e continua a ser, utilizada em áreas tão diversas como por exemplo: nas ciências biológicas e da saúde, onde se estudam, entre outros problemas, o crescimento populacional, a concentração de um medicamento no sangue, etc. Portanto em cada situação existem realidades contextuais que podem e devem ser descritas através de modelos.

2.4. Modelação matemática

2.4.1. Discussão dos conceitos fundamentais

A questão central presente nas *Normas para o currículo e para a avaliação em Matemática escolar* do National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1994) é o “desenvolvimento do poder matemático para todos os alunos darem resposta aos novos objectivos sociais da educação”. Para alcançar estas recentes finalidades o mesmo documento recomenda que todos os alunos “apliquem o processo de modelação matemática a situações problemáticas do mundo real”. De acordo com estas normas a percepção de muitos fenómenos naturais e de uma diversidade de aspectos do funcionamento da sociedade actual é alcançado com o desenvolvimento de competências na área da modelação matemática (NCTM, 2007). Mas, antes de definirmos modelação matemática é necessário começar por esclarecer a noção de alguns conceitos relacionados com este tema, nomeadamente: modelo, modelo matemático (conceito fulcral na conexão entre a Matemática e a realidade) e matematização. Todavia, para Blum (1993) existe “uma tendência internacional com vista a “esbater as diferenças entre os termos: aplicações, modelos, matematização, modelação, (...) e outros assuntos”, justificada pelo “sentido abrangente do termo modelação matemática” (p.5). De qualquer forma, neste estudo vamos apresentar e analisar algumas definições, dadas por diversos autores, sobre os termos supramencionados.

Ponte (1992) diz-nos que um *modelo* é uma descrição simplificada duma situação real ou imaginária. Existem diferentes modelos, Matos (1995) distingue apenas dois tipos: os teóricos e os físicos. Segundo o autor os modelos teóricos constituem um conjunto de princípios que descrevem adequadamente um determinado facto real ou determinado objecto, os segundos oferecem uma reprodução de um objecto real, reproduzindo algumas das suas propriedades específicas. E sempre que os princípios de um modelo teórico tenham um bom suporte matemático, diz-se que se concebeu um modelo matemático (Swetz, 1992, citado por Torres, 2008).

O termo *modelo* foi introduzido em Matemática no último século com a descoberta das geometrias não euclidianas de Riemann e Lobachewski (Camargo, 2010). No entanto, antes disso já encontrávamos modelos matemáticos em algumas publicações que envolviam conceitos, tais como: função, números naturais, conjuntos entre outros. Um dos modelos matemáticos mais comuns e importantes nesta área é o de função, nas suas diversas formas de representação: gráfica, expressão analítica, tabela, diagrama, etc.

Actualmente o termo modelo matemático é amplamente utilizado no meio escolar. Segundo Matos (1995) “Um modelo matemático de uma situação real constitui uma representação matemática de uma porção da realidade (...) Esta representação é realizada através de objectos, relações e estruturas da matemática (tais como tabelas, gráficos, (...))” (p. 17). Uma perspectiva um pouco diferente é assumida por Swetz e Hartzler. Para estes autores o modelo matemático “de um objecto ou de um fenómeno real é um conjunto de regras ou leis, de natureza matemática, que representam adequadamente o objecto ou o fenómeno na mente de um observador”. Entre estas duas definições existem algumas diferenças, sobretudo no que se refere à aplicação da Matemática para explicar uma parcela do real.

O modo como a teoria e as aplicações da Matemática se relacionam, ou seja, “ao acto de representar matematicamente determinados aspectos de uma situação do mundo real” (p.217) é então designado por matematização (Torres, 2008). Por sua vez, Niss (1992) vê o processo de matematização de uma forma mais complexa. Para ele a matematização consiste num “processo de tradução dos elementos, relações e hipóteses importantes da situação extra-matemática para um universo matemático o que conduzirá a um modelo matemático” (p.39). Por outro lado, Graça e Simões (2001) ao “modo como a teoria e as aplicações da matemática se relacionam” designam por matematização ou modelação matemática, ou seja, são conceitos sinónimos. Porém, de acordo com a perspectiva de Blum e Niss (1991) é possível identificar a diferença entre os conceitos mencionados, pois, os autores afirmam: “Enquanto a matematização é a tradução duma situação em termos matemáticos, usamos modelação (...) para traduzir o processo que conduz uma situação problemática real até um modelo matemático” (p.39).

Assim, entende-se por *modelação matemática* todo o procedimento que tem início num dado fragmento da realidade e que termina na construção de um modelo matemático dessa realidade (Oliveira, 2009). Por conseguinte, a modelação matemática pode ser encarada como “algo a ser

explorado”, surge da necessidade do homem compreender os fenómenos que o rodeiam e deve acima de tudo auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, não deve ser utilizada apenas para justificar o conteúdo que está a ser ensinado, mas sim deve valorizar a razão, o motivo pelo qual o aluno deve aprender matemática e a importância que isto representa na sua formação, como cidadão responsável e participativo na sua sociedade (Friedman e Jurkiewicz, 2010).

2.4.2. O processo de modelação matemática

Há vários modos de descrever o processo de modelação matemática. Usualmente, é representado esquematicamente na forma de um ciclo e a versão que a seguir apresentamos (figura 3.1) é uma delas. Neste estudo vamos apresentar apenas, as fases do processo de modelação matemática, enunciadas por Jaime Carvalho e Silva (1994) e que é apresentado em inúmeros manuais escolares do Ensino Secundário em Portugal.

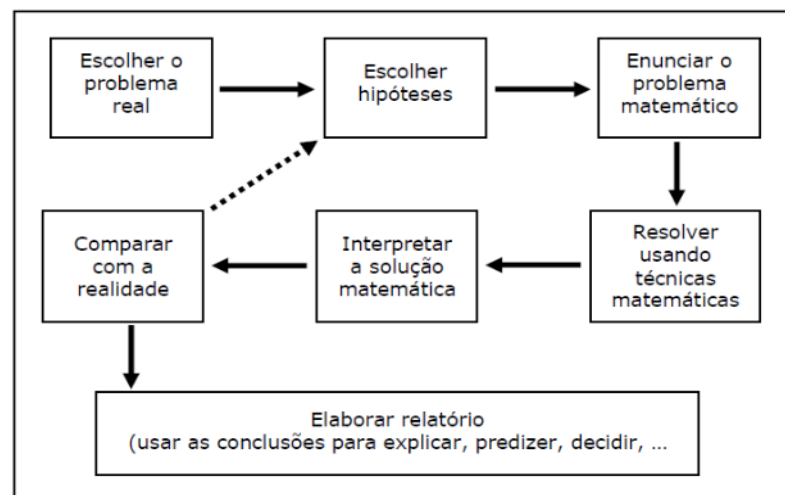


Figura 2.1: Ciclo de modelação matemática formulado por Jaime Carvalho e Silva (1994, p. 25-26).

Este ciclo de modelação é constituído por sete etapas. A primeira consiste na escolha de um problema real, que pode ser mais ou menos vago. Uma vez ultrapassada esta fase há que seleccionar as hipóteses. Para este investigador as conclusões só são válidas tendo como referência as conjecturas seleccionadas (Silva, 1994). Só depois podemos enunciar o problema matemático propriamente dito. Efectivada a formulação do problema há que ver qual o significado da solução no contexto do problema, ou seja, a solução terá que ser testada e analisada de modo a retirar conclusões. Por fim há que elaborar um relatório em que a solução do problema é usada para explicar o fenómeno, ou prever a evolução futura, ou para servir de suporte a uma tomada de decisão. O esquema apresentado (Figura 2.1) sugere que, no caso do modelo elaborado não se

ajustar à situação apresentada, deva ser retomado as vezes que forem necessárias até à obtenção de um modelo que melhor se ajuste à situação em estudo. Toda esta descrição constitui um ciclo, o Ciclo de Modelação formulado por Silva, que como vimos é um processo dinâmico, robusto e que envolve diversas fases.

2.5. As tecnologias e a modelação matemática

Para garantir o sucesso da aprendizagem é necessário, cada vez mais, saber fazer Matemática, ou seja, usar um conjunto de processos característicos da actividade matemática, que permita aos alunos construírem e aplicarem determinados conceitos. Uma das possibilidades para atingir tal objectivo passa pela realização em sala de aula de actividades de Modelação Matemática. Neste contexto assume importância considerável a tecnologia. Com a introdução da modelação matemática com o recurso às tecnologias, em particular da calculadora gráfica e dos sensores, na sala de aula, o ambiente renova-se gerando uma boa atmosfera de trabalho, oferecendo assim aos alunos maior motivação, interesse e curiosidade pelas aulas de matemática e contribuindo para alterar a concepção negativa que possam ter face à disciplina (Dias, 2005).

Os alunos vêem as tecnologias como “algo em que podem mexer” (Dias, 2005, p. 18). Desta forma, sentem que são capazes de fazer coisas, vão ganhando confiança em si próprios, factores de relevância extrema para o sucesso na disciplina de Matemática. Consequentemente a utilização das novas tecnologias na sala de aula, também lhes permite adoptarem um papel activo na construção do seu conhecimento, pois acabam por desempenhar o “verdadeiro papel de Matemáticos”, ou seja, podem elaborar conjecturas e hipóteses, desenvolver métodos para testá-las e analisar os resultados de modo a verificarem se são ou não válidas. No entanto para promover a aprendizagem não basta desenvolver nas aulas a realização de tarefas que envolvam a utilização das tecnologias. O sucesso na aprendizagem não está garantido pela substituição do quadro pelas diversas tecnologias. É necessário também que exista uma alteração das mentalidades, tanto do professor como do aluno. Para tal as aulas não podem continuar a funcionar ao ritmo do professor e este deverá igualmente delinear novos critérios de avaliação, nomeadamente: avaliar o que os alunos sabem e como pensam sobre a Matemática; encarar a avaliação como parte integrante do processo de ensino; focar uma grande variedade de tarefas Matemáticas e adoptar uma visão holística da Matemática; desenvolver situações problemáticas que envolvam aplicações de um conjunto de ideias Matemáticas; usar várias técnicas de avaliação, incluindo formas escritas, orais e de demonstração; utilizar calculadoras, computadores e materiais manipuláveis na avaliação; avaliar o programa de recolha sistemática de informação de resultados, currículo e ensino e utilizar testes normalizados apenas como um de entre muitos indicadores de resultados (NCTM, 1991, p. 228).

Por sua vez, o aluno deverá ser mais autónomo com vista a auto-construir o seu conhecimento (Torres, 2008). De acordo com os pressupostos anteriores as novas tecnologias podem ser consideradas como uma ferramenta poderosa no processo de ensino-aprendizagem.

Para Ponte e Canavarro (1997) a utilização das tecnologias na aula de matemática também é vantajosa, pois permite o desenvolvimento do raciocínio estratégico, do espírito crítico, do incentivo da discussão de ideias com a turma e/ou com o professor.

No contexto educativo, como seria de esperar, também há autores que se opõem à utilização das tecnologias. Wild (1996, referido por Dias, 2005) afirma que uma das desvantagens é a desigualdade social. O autor defende que devido às dificuldades financeiras, alguns alunos não têm computador em casa nem acesso à internet. Assim, estes alunos não conseguem efectuar pesquisas nem esclarecer dúvidas pela Internet com os colegas. Acabando “por ser *prisioneiros* numa realidade em que não se conseguem libertar”. Actualmente esta condicionante está atenuada pois a maioria das escolas já se encontram equipadas com diversas tecnologias: computadores, internet, quadros interactivos, calculadoras gráficas, sensores, que integram recursos de trabalho e estudo para manipulação, transmissão e recepção de dados (Ponte, 1997). Outro inconveniente na utilização das tecnologias está relacionado com o stress causado no professor. Os imprevistos ocorrem e o professor é obrigado a modificar o seu plano de aula, provocando inquietação e atrasos no cumprimento do programa. Igualmente, a falta de segurança e confiança na manipulação das tecnologias é uma barreira a transpor, visto que muitos professores, até ao momento, tiveram muito pouca formação nesta área.

2.5.1. A calculadora, os sensores e a modelação

A realização de alguns estudos na área das tecnologias mostra que os alunos conseguem melhorar significativamente o raciocínio matemático em contextos informatizados e que as novas tecnologias possibilitam um entendimento mais fácil de fórmulas e conceitos matemáticos (Marques, 2008).

No entanto a implementação do computador na sala de aula acarreta custos muito elevados. Com o aparecimento das calculadoras gráficas este problema foi atenuado, estas são mais acessíveis a nível económico, são um instrumento individual de trabalho e são fáceis de transportar (Oliveira, 2009).

O actual programa de matemática (ME, 2001) recomenda que os alunos propiciem a sua própria aprendizagem e estabelece uma ligação explícita da modelação matemática com o uso da tecnologia. Actualmente os sensores são a tecnologia que permite uma maior evidência da modelação matemática, sendo utilizados conjuntamente com a calculadora gráfica.

Nas ciências, em particular na Matemática, esta aprendizagem poderá resultar quer da utilização da calculadora gráfica (para experimentar conjecturas) quer da utilização da mesma em conjugação com os sensores para obter dados que após um determinado tratamento, permitam a aquisição de conceitos. Para efectivar a compreensão de um certo conceito o NCTM (1991) defende que é necessário percorrer diversas etapas, nomeadamente: conhecer as suas propriedades, identificar como ele se relaciona com outros conceitos e saber interpretar as várias definições que ele toma em contextos distintos.

Supondo que a aprendizagem resulta da actividade do próprio indivíduo, então a edificação das representações dos conceitos matemáticos é um processo prolongado no tempo, realizado na interacção entre o professor e os alunos e na relação entre os alunos e os materiais didácticos utilizados. Assim, a conjugação da utilização de sensores com a calculadora gráfica permite ao aluno conjecturar sobre a adequação de determinado modelo para uma situação, quer esta seja específica ou genérica.

A utilização da calculadora é considerada bastante adequada neste processo, claro que como todos os materiais didácticos esta pode ser bem ou mal utilizada. De acordo com as actuais recomendações da educação matemática os alunos podem e devem utilizar a calculadora mas a sua utilização deve ser correcta e crítica. Pois se a tecnologia for utilizada de modo adequado, pode ajudar os alunos a aprenderem Matemática de forma mais significativa, uma vez que “quando se lhes disponibilizam ferramentas tecnológicas, os alunos podem concentrar-se nas decisões a tomar, na reflexão, no raciocínio e na resolução de problemas” (NCTM, 2007, p. 26).

Para Matos (1995) a calculadora torna possível a visualização e a manipulação de conceitos matemáticos de uma forma diferente do que se faz com o papel e lápis. Para este autor esta tecnologia permite explorar diferentes representações de uma ideia complexa, realçar diferentes aspectos dessa ideia, favorecendo vários tipos de análise. Já Cardoso (1995) afirma que as calculadoras gráficas permitem uma aprendizagem por descoberta pois os alunos têm a possibilidade de investigar, experimentar, visualizar e comparar. Berry e Francis (2000) são mais ambiciosos, afirmando que esta tecnologia melhora as capacidades de investigação matemática dos alunos e como consequência ajuda na resolução de problemas do mundo real. Desta forma a calculadora e os sensores apresentam inúmeras vantagens e em diversas dimensões (afectivas, cognitivas, raciocínio, motivação, atitudes) no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

2.5.2. Observação de tarefas de modelação com a utilização das novas tecnologias

Várias investigações têm sido desenvolvidas, algumas delas incidindo sobre as potencialidades da calculadora gráfica e dos sensores, no que respeita ao desenvolvimento de conceitos e em especial do conceito de função.

Domingos (2004) investigou o modo como os alunos, de uma turma do 10.º de escolaridade, compreendem o conceito de função com o auxílio de meios computacionais. Este estudo sugeriu que as ferramentas computacionais podem ser consideradas como auxílios preciosos no processo de ensino-aprendizagem do conceito, pois este foi compreendido em todas as representações. O professor concluiu ainda que os computadores, tal como as calculadoras gráficas devem ser mais utilizadas, do que foram nas tarefas propostas, em actividades extra-lectivas e nos momentos de avaliação (Domingos, 2004).

Em Portugal existem outros estudos sobre tarefas de aplicação e modelação, realizadas por alunos, com recurso às novas tecnologias. Cada um dos estudos apresentados em seguida foi desenvolvido numa turma, mas em todos os casos a metodologia adoptada seguiu um design de estudo de caso.

Lança (2007) tentou compreender quais as potencialidades das tarefas de modelação matemática dos alunos de uma turma do 9.º ano de escolaridade, “num ambiente exploratório e com recurso à calculadora gráfica e sensores” (p. 44). Na sua investigação abordou a temática da proporcionalidade inversa e as representações gráficas. Durante a execução do estudo os alunos revelaram uma grande motivação na resolução das tarefas propostas, considerando que o trabalho em grupo os ajudou a conseguirem resolver as mesmas e que foi muito importante trabalharem com situações reais. Por outro lado os alunos ainda afirmaram que as tarefas de modelação lhes permitiu, com maior facilidade, compreender e aprender os conceitos matemáticos.

Oliveira (2009) realizou um estudo em que o tema, os objectivos e a metodologia coincidiam com os delineados por Lança. A autora evidenciou aspectos semelhantes aos referidos anteriormente, de entre outros, concluiu que os alunos começaram a manifestar maior interesse pela disciplina de Matemática a partir do momento em que perceberam a relação desta disciplina com a realidade e verificou, ainda que a utilização dos materiais tecnológicos foi crucial. Sobretudo a calculadora gráfica, fundamental na determinação do modelo matemático que melhor descrevesse as situações trabalhadas.

Apresentamos agora um estudo elaborado por Torres (2007) sobre tarefas de aplicação e modelação matemática, com a utilização da calculadora gráfica e sensores, numa turma de 12.º ano de escolaridade. Com este estudo o autor pretendia compreender os comportamentos dos alunos a partir das suas perspectivas pessoais. Os resultados foram muito semelhantes ao estudo referido

anteriormente. Resumidamente, o autor refere que: as actividades propostas permitiram o desenvolvimento significativo de aprendizagens por parte dos alunos, a utilização das novas tecnologias, particularmente a calculadora gráfica e dos sensores, despertou, promoveu e facilitou a aprendizagem dos alunos e a sua utilização tornou as aulas mais interessantes e atractivas.

Por fim referimos um outro estudo realizado por Santos (1998), com o objectivo de identificar e compreender as principais dificuldades reveladas pelos alunos do 1.º ano do ensino superior na resolução de tarefas de aplicação e modelação matemática com recurso a ferramentas computacionais. Esta experiência não revelou resultados tão positivos como nos estudos de Lança, Torres e Oliveira. Neste ensaio os alunos observados apresentaram inúmeras dificuldades na resolução das tarefas e a sua opinião foi diferenciada: um deles não se mostrou receptivo à realização das tarefas, um segundo elemento afirmou que a Matemática se restringia ao cálculo e apenas um terceiro elemento valorizou a resolução de problemas, mostrando-se muito empenhado em todas as actividades.

Para além da utilização da calculadora gráfica e dos sensores no desenvolvimento de tarefas de modelação, existem outros materiais tecnológicos que podem ser usados na sua realização em sala de aula. Por exemplo existem programas de computador e sistemas integrados que permitem a recolha de dados com computadores. No entanto, a sua utilização continua a ser restrita nas escolas, resultante dos conhecidos problemas de logística. Desta forma, na maioria das vezes opta-se pela calculadora gráfica ligada a sensores pois são recursos mais acessíveis (Pires, 2001).

Capítulo 3

Metodologia

Como já referimos, o presente relatório tem como objectivo analisar o processo inicial de ensino-aprendizagem do conceito Função Quadrática dos alunos de uma turma do 10.º ano, através da realização de uma tarefa de modelação matemática – A bola saltitante, com recurso à calculadora gráfica e ao sensor de movimento.

Com o intuito de estudar os significados que os alunos dão às acções em que se envolvem, segue uma abordagem qualitativa. A investigação resulta de um estudo de caso, desenvolvido junto de três alunos da turma, integrando uma componente de experiência de ensino e tendo como objectivo final a análise crítica e reflexiva da eficácia da estratégia de ensino implementada. Neste capítulo pretende-se descrever e apresentar os fundamentos do plano metodológico utilizado neste estudo.

3.1. Abordagem qualitativa

De acordo com as intenções e os objectivos estabelecidos para este estudo, optámos por utilizar uma metodologia qualitativa também denominada de interpretativa. Esta visa a compreensão da realidade circundante na sua especificidade, procurando estudar as situações em profundidade e em pormenor, centrando-se por isso, em poucos exemplos, na perspectiva de que se pode aprender muito a partir de um pequeno número de casos do fenómeno em estudo.

Adoptar este tipo de metodologia em educação, permite ter em conta o fenómeno educativo na sua totalidade, na sua complexidade e na sua dinâmica própria.

Erickson (1986) defende que não é o processo de recolha de dados que faz com que uma investigação seja qualitativa, mas sim o seu conteúdo e o propósito do objecto de estudo.

Para Strauss e Corbin (1990, citado por Marques, 2008) este tipo de investigação pode ser compreendido como uma pesquisa cujo objectivo conduz a resultados que não decorrem da utilização de qualquer procedimento estatístico ou de outro meio de quantificação. Assim, o método qualitativo pretende desenvolver e aprofundar o conhecimento de uma situação específica, num dado contexto. Com efeito, neste estudo não se pretende obter leis universais ou generalizações a grupos não investigados, mas pelo contrário pretende-se sim fazer uma análise individualizada tão fiel quanto possível da realidade envolvente. Com base no estudo proposto a metodologia utilizada será qualitativa uma vez que se procura penetrar no mundo pessoal dos sujeitos – os alunos, procurando compreender e descrever como estes reagem à nova metodologia proposta para a sala de aula.

3.2. Estudo de caso

Existem diferentes variantes do método de investigação qualitativo a que podemos recorrer, existindo aspectos comuns a todas elas. Para Erickson (1986) a principal semelhança entre eles “reside no facto do objectivo primordial da investigação se centrar no significado humano da vida social e na clarificação e explanação por parte do investigador”.

Pela natureza da investigação a autora optou por uma metodologia de estudo de caso – *os alunos de uma turma do 10.º ano de escolaridade*, uma vez que se pretende estudar uma situação específica procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico.

O estudo de caso constitui uma estratégia de pesquisa utilizada nas Ciências Sociais com bastante regularidade. É definido por Yin (2005) como sendo uma investigação empírica, que se adapta à investigação em educação quando existam aspectos basilares nas questões em estudo, que são o *como* e o *porquê*, quando existe um domínio reduzido, por parte do investigador, sobre os acontecimentos e quando o foco do estudo é um fenómeno que se passa num contexto real e que não pode ser isolado desse contexto. Para Ponte (1994) o estudo de caso tem “conhecido uma assinalável reputação na investigação em Educação Matemática em Portugal” (p. 35).

Segundo Merriam (1988) existem diferentes tipos de estudo de caso, consoante o seu objectivo ou o interesse predominante na investigação. Assim, como estratégia de pesquisa os estudos de caso podem ser: *exploratórios*, quando se pretende obter informação preliminar sobre o objecto de estudo; *descritivos*, quando o objectivo principal consiste em descrever o fenómeno e *analíticos* quando se pretende problematizar o seu objecto, construir ou desenvolver uma nova teoria. De acordo com esta caracterização, o presente estudo pode ser considerado descritivo, pois pretende-se descrever com pormenor o processo de ensino-aprendizagem da função quadrática, utilizando diferentes estratégias de ensino, em particular realizando uma tarefa de modelação matemática, com recurso à calculadora gráfica e aos sensores.

3.3. Intervenientes na acção

3.3.1. Critério de selecção dos intervenientes

A presente investigação foi realizada numa turma do 10.º ano de escolaridade da Escola Secundária Fernando Lopes-Graça, situada na Parede (concelho de Cascais) no ano lectivo 2010/2011. Os alunos desta turma frequentam o Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias frequentando a disciplina de Matemática A.

A escolha da escola foi determinada pelo facto da autora se encontrar a efectuar o estágio pedagógico nesse estabelecimento de ensino. A selecção do ano teve a ver com o facto de à orientadora pedagógica terem sido atribuídas duas turmas de 10.º ano.

3.3.2. A escola e a turma

A Escola Secundária Fernando Lopes-Graça⁷, de média dimensão, é constituída por oito pequenos edifícios constituídos por dois pisos e um Gimnodesportivo. Todas as salas de aula possuem um computador ligado a um vídeo projector e algumas delas também possuem quadro interactivo. A escola possui uma sala de Audiovisuais, situada no pavilhão K, equipada com cerca de 20 computadores e um quadro interactivo, onde a professora de Matemática da turma dinamiza com frequência tarefas de investigação. Este tipo de tarefas tem sido muito bem aceite pelos alunos da turma em estudo, pois tem tornado a aula de Matemática mais dinâmica, propiciando um ambiente rico de aprendizagem. Neste pavilhão situa-se, também, o Laboratório de Matemática onde podemos encontrar diversos materiais didácticos, nomeadamente: sólidos geométricos transparentes; cubos em acrílico; cubos em madeira; Tangram; placas para pavimentar; calculadoras gráficas; manuais escolares e jogos didácticos.

A turma⁸ onde se realizou a intervenção pedagógica era constituída inicialmente por vinte e seis alunos. Por desistência de alguns, com o decorrer do ano lectivo passaram a ser vinte e dois dos quais 11 são raparigas e 11 rapazes, de idades compreendidas entre os 14 e 17 anos. Do ponto de vista do comportamento, apesar de alguns alunos serem um pouco agitados e não revelarem muita motivação na resolução das actividades propostas, é considerada uma turma onde é possível

⁷ Na parte I deste relatório é efectuada uma caracterização detalhada da ESFLG.

⁸ Na parte I deste relatório encontra-se uma descrição pormenorizada desta turma.

expor a matéria e realizar as actividades planeadas. É uma turma simpática, unida, revelando interesse pela disciplina de Matemática e pela escola. Além disso verifica-se uma relação muito positiva entre os professores e os alunos. No que concerne ao aproveitamento geral das disciplinas, nomeadamente na disciplina de Matemática, este pode ser considerado médio fraco. Os alunos, na sua maioria, compreendem os conceitos no momento em que são leccionados, mas denotam uma grande falta de trabalho extra-aula, fundamental para a sua consolidação. Desta forma, temos constatado a existência de um grande número de alunos com muitas dificuldades na disciplina e que apresentam um nível de desempenho muito fraco na mesma.

3.3.3. Relação com a turma

Na presente investigação existiu uma proximidade muito grande entre a autora e os alunos da turma, uma vez que foi nesta turma que a autora teve uma intervenção mais activa durante o seu estágio pedagógico. Desta forma, devido ao contacto diário que estabeleceu com os alunos a autora acabou por criar, com estes, uma grande relação de amizade e empatia. No entanto, de acordo com Gomes (2004) “o envolvimento não implica de forma inevitável falta de rigor, podendo até apresentar algumas vantagens” (p.190). A autora, partilhando da opinião deste autor, defende que a afectividade e as emoções fazem parte integrante da formação e compete ao professor canalizar a afectividade para possibilitar a construção do conhecimento na sala de aula.

Assim, nesta investigação, esta proximidade foi relevante, em especial, aquando da escolha dos métodos e instrumentos de recolha de dados. O conhecimento da turma foi ainda importante, na medida que permitiu à autora concentrar-se mais na questão em estudo.

3.3.4. Os alunos participantes

Depois de escolhida a escola e a turma é agora necessário seleccionar os alunos a englobar no estudo de caso. De acordo com os pressupostos referidos na secção (3.2.), torna-se extremamente importante uma escolha cuidada dos casos do nosso estudo, uma vez que eles serão os “actores” principais sobre os quais irá recair toda a atenção, em particular na realização da tarefa de modelação e na sua avaliação.

De acordo com o objectivo delineado para esta investigação a autora, em diálogo com a sua orientadora pedagógica, reconheceu que seria pertinente a escolha dos alunos de acordo com o interesse demonstrado pela disciplina de Matemática, pela abertura relativamente à utilização das novas tecnologias e pelo nível de desempenho atingido, nesta disciplina, durante o primeiro período. Atendendo à confidencialidade dos intervenientes serão alterados os nomes dos alunos

envolvidos no estudo. Assim, na posse de todos estes dados decidimos escolher quatro alunos, a saber: a Aurora, a Bruna, o Daniel e o José. No entanto, esta investigação teve de ser restringida apenas a três alunos, uma vez que a aluna Bruna, no final do segundo período, anulou a matrícula da disciplina de Matemática.

Gostaria ainda de referir que a autora não considerou relevante, neste caso concreto, informar os alunos que a realização da tarefa de modelação – A bola saltitante – tal como as outras actividades enunciadas na tabela 4.1. seriam objecto de estudo, uma vez que estas acções foram elaboradas no âmbito do estudo do conceito de função quadrática, surgindo no contexto do programa delineado para a disciplina.

De seguida, apresentamos uma caracterização dos alunos participantes no estudo, tendo por base: os questionários preenchidos pelos alunos no início do ano lectivo, realizados pela Directora de Turma para caracterizar a turma e a observação de aulas.

A Aurora

A Aurora tem 17 anos, vive com os pais, a Avó e os dois irmãos, de 11 e 4 anos, em Mem Martins. A aluna revela muitas lacunas básicas de cálculo e de resolução de problemas.

Na aula é uma aluna empenhada e trabalhadora, mas o seu trabalho em casa é muito reduzido. Desta forma, no final do segundo período ainda não tinha conseguido obter uma classificação positiva na disciplina de Matemática, mantendo a nota do primeiro período, 8 valores. Assim, podemos afirmar que a aluna continua a ter um fraco nível de desempenho nesta disciplina. A sua participação nas aulas é constante. No entanto, as suas intervenções têm revelado que a aluna tem uma grande falta de conhecimentos básicos, necessários, muitas vezes, para a compressão e aquisição dos novos conceitos.

Em relação às tecnologias a aluna revela alguma destreza e abertura na sua utilização.

A Aurora afirma não gostar da disciplina de Matemática e considera que esta a “assusta”. Também diz que a disciplina não é interessante e declara não gostar das aulas. No entanto, prefere as aulas em que é o aluno a descobrir, por si próprio, os novos conceitos matemáticos porque considera que assim a aprendizagem é mais aliciante.

O Daniel

O Daniel, de 15 anos, vive na Parede com os pais e a irmã de 8 anos. O aluno é muito atento, cumpridor e trabalhador, revelando um nível de desempenho elevado. Desta forma, na disciplina de Matemática, conseguiu uma classificação de 18 valores, no primeiro e no segundo períodos. Apresenta, também, um óptimo nível de conhecimento matemático e as suas sugestões e intervenções oportunas, na aula, são uma mais-valia para o ambiente de aprendizagem. O aluno mostra interesse pela disciplina está sempre disponível para ajudar os colegas, trabalhando muito bem em grupo. Em relação às tecnologias evidencia alguma facilidade na sua manipulação, no

entanto sempre que são realizadas actividades em grupo e que requerem a sua utilização o Daniel delega nos seus colegas essa tarefa.

O Daniel, assume que a disciplina de Matemática não lhe causa qualquer tipo de “medo”, mostrando também interesse e gosto pelas aulas. O aluno afirma, ainda que a Matemática é fascinante e divertida. Prefere as aulas em que é o aluno a descobrir os novos conceitos, porque para ele descobrir por si próprio como se resolvem as tarefas e os conceitos matemáticos é mais aliciante do que o professor a apresentá-los.

O José

O José é um aluno calmo, de 15 anos, vive com a mãe e o irmão de 19 anos, em Matarraque. O aluno no início do ano lectivo apresentava algumas lacunas básicas de cálculo e de resolução de problemas. No entanto, graças ao seu interesse e trabalho, principalmente extra-aula, o seu desempenho na disciplina de Matemática melhorou significativamente, o que veio a reflectir-se nas avaliações desta disciplina. Passando assim de uma classificação de 13 valores, no final do primeiro período, para 16 valores no final do segundo. Desta foram, o aluno passou a ter um bom nível de desempenho nesta disciplina, essencialmente devido aos bons resultados alcançados nas avaliações escritas.

Em relação às tecnologias o aluno não apresenta grande abertura na sua utilização mostrando-se pouco à vontade no seu manuseamento, no entanto não se recusa a utilizá-las.

O José declara gostar das aulas e da disciplina de Matemática e afirma ainda que para ele a Matemática é interessante, fascinante e divertida. Não gosta das aulas onde são propostas tarefas de carácter investigativo, pois acha que os novos conceitos devem ser expostos pelo professor. Em suma, o José prefere as aulas em que é apenas o professor a expor a matéria, assumindo desta forma um papel mais inactivo. A sua participação nas aulas geralmente só acontece quando solicitada.

3.4. Métodos e instrumentos de recolha de dados

A utilização de diversas fontes de recolha de dados é uma das características dos estudos de caso. Yin (2005) defende que “nenhuma fonte única possui uma vantagem indiscutível sobre as outras” (p. 112-113), ou seja, um bom estudo de caso deve contemplar o maior número possível de fontes de informação que se complementarão entre si (documentos, entrevistas, observação participante, entre outras).

Neste estudo de natureza qualitativa a escolha da metodologia para a recolha de dados teve como principal preocupação a selecção de instrumentos que permitissem recolher o máximo de informação possível de forma a descrever todo o processo de ensino-aprendizagem da representação da função quadrática.

De modo a assegurar a obtenção de informação válida utilizou-se como principais métodos, de uma variedade de técnicas de recolha de dados, a observação participante, o diário de bordo, a experiência de ensino, a análise de documentos e um questionário.

Esta diversidade de métodos é recomendada por Bogdan e Biklen (1994) sempre que se efectua uma abordagem qualitativa, pois permite na análise de dados a respectiva triangulação, procurando assim confrontar evidências obtidas a partir de dados de naturezas distintas.

3.4.1. Observação participante

Bogdan e Biklen (1994) definem *observação participante* como uma estratégia representativa da investigação qualitativa que permite aceder directamente à perspectiva dos indivíduos de modo a compreender os seus comportamentos. Esta técnica de investigação social em que o observador partilha, na medida em que as circunstâncias o permitam, as actividades, os momentos, os interesses e os afectos de um grupo de pessoas ou de uma comunidade é, no fundo, uma técnica composta, na medida em que o observador não só observa como também tem de utilizar técnicas de entrevista com graus de formalidade diferentes. O objectivo fundamental da utilização desta técnica é a captação das significações e das experiências subjectivas dos próprios intervenientes no processo de interacção social.

A observação nesta investigação é designada como participante, uma vez que “o investigador pode entender o mundo social do interior, pois partilha a condição humana dos indivíduos que observa” (Oliveira 2009, p. 57). Neste caso a autora não é uma mera observadora passiva uma vez que desempenha um papel na situação em estudo o que lhe permite perceber a realidade do ponto de vista de alguém “de dentro do estudo, e não de um ponto de vista externo” (2005, Yin, p.122).

Em particular, nesta investigação optámos pela sua utilização pois irá permitir aceder à actividade desenvolvida pelos alunos no seu contexto educacional, e reduzir a complexidade do estudo.

3.4.2. O diário de bordo

O *Diário de bordo* é um meio de o seu autor relatar uma actividade, constituindo um dos principais instrumentos do estudo de caso. Para Bogdan e Bilken (1994) tem como objectivo ser um instrumento em que o investigador vai registando as notas retiradas, fruto das suas observações no campo. Este registo escrito consiste num relato daquilo que o investigador escuta, observa, experiencia e cogita no decurso de uma actividade. Desta forma o diário de bordo representa, não só, uma fonte importante de dados, mas também pode apoiar o investigador no acompanhamento do estudo desenvolvido. Devendo terminar com uma avaliação, uma reflexão sobre o modo como decorreu a investigação, como é que o plano de investigação foi afectado pelos dados recolhidos, as consequências futuras, etc. Em suma, é uma forma privilegiada de descrever e reflectir sobre a investigação desenvolvida e por esses motivos foi utilizado pela autora durante esta investigação.

3.4.3. Experiência de ensino

O *ensino* é uma forma sistemática de transmissão de conhecimentos utilizada pelos seres humanos para instruir e educar os indivíduos, geralmente nas escolas.

A autora tendo por objectivo uma construção autónoma e natural, por parte dos alunos da turma observada, do conceito envolvido nesta investigação implementou uma intervenção didáctica. Assim sendo, a sua efectivação concretizou-se através da realização de uma *experiência de ensino* realizada em duas aulas, nos dias 2 e 3 de Março, num total de 150 minutos (90+60). As actividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica foram planeadas de acordo com os objectivos propostos para esta investigação. Assim, na aula do dia 2 a autora propôs a realização de uma tarefa de modelação matemática (A bola saltitante). Esta foi realizada autonomamente pelos alunos, reunidos em grupos, tendo nesta aula a autora, sobretudo, um papel de observadora. Pelo contrário, na aula do dia seguinte, realizada com o objectivo de discutir a tarefa, a autora assumiu a coordenação de toda a aula, discutindo a tarefa em grande grupo e incentivando a intervenção dos alunos.

3.4.4. Análise documental

Na opinião de Merriam (1988) o termo *documento* aplica-se a todos os dados que não provêm da entrevista ou da observação.

A *análise documental* é uma das técnicas de maior confidencialidade. Esta análise busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões de interesse. Tem inúmeras vantagens, nomeadamente: constitui uma fonte estável e rica; tem baixo custo; complementa informações e indica problemas.

Nesta investigação a análise documental foi efectuada através dos seguintes documentos escritos: respostas dadas pelos alunos na tarefa de modelação proposta (incluindo o questionário de avaliação da tarefa), teste de avaliação (perguntas sobre a temática estudada) e a ficha de conhecimentos da função quadrática.

Além disso, durante a investigação, foram também recolhidas informações e registadas no diário de bordo, contendo também comentários da investigadora de natureza interpretativa sobre as actividades desenvolvidas em cada uma das aulas desta investigação.

3.4.5. Questionário

O *Questionário* é um instrumento de recolha de dados, que coloca as mesmas questões a todos os indivíduos. Assim, são obtidas informações sobre as perspectivas que os participantes na experiência têm relativamente ao fenómeno em estudo. Tecnicamente é uma prática de investigação composta por um número grande ou pequeno de questões, apresentadas por escrito, com o objectivo de obter as informações desejadas com a máxima eficiência e a mínima alteração. Diferencia-se da entrevista pois nesta última as perguntas são feitas oralmente.

Nesta investigação optou-se por utilizar este instrumentos por diversas razões, designadamente: com o intuito de que cada aluno não fosse influenciado pelo investigador; como forma de preservar o seu anonimato e de os alunos avaliarem a tarefa sem condicionamentos e inibições. No entanto, esta técnica não permitiu aprofundar as opiniões e as intuições dos respondentes.

O questionário utilizado (anexo 2) foi desenvolvido especificamente para esta investigação e na sua elaboração procurou-se colocar questões simples, contextualizadas e directas. O questionário ficou dividido em duas partes que incluíam questões fechadas, nas quais o aluno se posicionava segundo uma escala de Likert de quatro itens (DC - “Discordo completamente”; D - “Discordo”; C - “Concordo”; CC - “Concordo completamente”). Além disso, o questionário também incluía cinco questões de resposta aberta, para que os alunos pudessem escrever livremente acerca de algumas questões.

Este questionário foi aplicado a todos os alunos da turma em estudo no final da aula em que se realizou a tarefa de modelação (A bola saltitante). Os alunos foram informados que o seu preenchimento seria anónimo e que as informações divulgadas no mesmo seriam confidenciais.

Capítulo 4

Descrição da intervenção didáctica

Este capítulo está dividido em três secções. Na primeira procura-se caracterizar, de forma simplificada, as actividades desenvolvidas para o estudo da função quadrática. Na segunda podemos analisar a planificação de todas as actividades desenvolvidas nesta investigação. Por fim, na terceira efectua-se uma descrição das actividades realizadas durante os quatro momentos em que foi dividida a investigação.

4.1. Caracterização das actividades

Os conceitos associados ao tema “Funções”, em particular inerentes à Função Quadrática – que constituem o objecto deste estudo, foram leccionados em meados do 2.º período.

Visto que devem ser os próprios alunos a criarem os novos conceitos matemáticos, antes da sua formalização, para iniciar o estudo da Função Quadrática a autora elaborou uma tarefa de modelação matemática – A bola saltitante – com a utilização da calculadora gráfica e do sensor de movimento CBR (anexo1).

Para melhor compreender os processos presentes no ensino-aprendizagem dos conceitos pretendidos, foi implementada uma estratégia de investigação que se desenvolveu em quatro momentos distintos.

4.2. Calendarização das actividades

A realização, discussão e avaliação desta investigação compreendeu um conjunto de experiências diversificadas.

Apresentamos no quadro seguinte as datas e as várias actividades que integram esta investigação.

Momentos			Actividades desenvolvidas	Tipo de trabalho	Métodos e instrumentos de recolha de dados
1.º	2 de Março de 2011	1.ª Parte	Tarefa de modelação – A bola saltitante (anexo 1)	Trabalho em grupo	<ul style="list-style-type: none"> - Observação participante - Documentos produzidos pelos alunos - Diário de bordo
		2.ª Parte	Questionário de avaliação da tarefa de modelação – A bola saltitante (anexo 2)	Trabalho individual	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário
2.º	3 de Março de 2011		Discussão da tarefa de modelação – A bola saltitante	Discussão em grande grupo – efectuando, sempre que possível, questões dirigidas aos três alunos observados	<ul style="list-style-type: none"> - Experiência de ensino - Observação participante - Diário de bordo - Análise de documentos
3.º	28 de Março de 2011		Teste da Avaliação (anexo 4)	Trabalho individual	<ul style="list-style-type: none"> - Documentos produzidos pelos alunos
4.º	6 de Abril de 2011		Ficha de avaliação das aprendizagens – Função quadrática (anexo 5)	Trabalho individual	<ul style="list-style-type: none"> - Documentos produzidos pelos alunos

Quadro 4.1: Planificação das actividades desenvolvidas nesta investigação.

4.3. Descrição das actividades realizadas

Em seguida vamos efectuar uma breve descrição das actividades que integram esta investigação, ao longo dos quatro momentos supramencionados. Procurando-se, em cada momento, explicar em que consistiram as actividades desenvolvidas e os objectivos da sua implementação. Sempre que possível a autora irá, também, evidenciar atitudes/concepções dos alunos em relação às actividades realizadas.

4.3.1. 1.º MOMENTO

O 1.º momento subdivide-se em duas partes, ambas realizadas na mesma aula, no dia 2 de Março. A primeira parte corresponde à realização da tarefa de modelação matemática (anexo 1) e a segunda parte ao preenchimento do questionário realizado para avaliação desta tarefa (anexo 2), aplicado no final da aula. Em seguida, a autora fará uma descrição pormenorizada do desenvolvimento desta aula.

1.ªParte: Realização da tarefa de modelação - A bola saltitante

Como já referimos para iniciar o estudo da função quadrática a autora decidiu propor aos alunos a realização de uma tarefa de modelação. Esta foi executada por todos os discentes da turma em estudo, na aula do dia 2 de Março de 2011, com recurso à calculadora gráfica e ao sensor de movimento – CBR. Nesta aula estiveram presentes a autora da investigação e a professora de Matemática da turma.

A metodologia de trabalho adoptada para a sua realização foi o trabalho em grupo (de quatro elementos) e para a sua execução foi necessário um bloco de 90 minutos.

Início da aula

Assim que os alunos viram a professora estagiária chegar à sala de aula “carregada” de materiais diferentes (bolas de voleibol e sensores), demonstraram de imediato curiosidade sobre o que se iria passar na aula, com ar de brincadeira perguntaram: “Vamos jogar à bola?”

Desde o primeiro instante que os alunos mostraram muito interesse e entusiasmo pois concluíram, de imediato, que iriam ter uma aula diferente!

Antes de iniciar a realização da tarefa, a autora explicou aos alunos que naquela aula iriam estudar uma nova função, mas que seriam eles a “descobri-la”. Neste momento, alguns alunos declararam que seria a função quadrática, mas a autora não se pronunciou.

No seguimento da aula a autora informou os alunos que para estudarem esta nova função – a função quadrática – iriam realizar uma tarefa, de carácter investigativo, que deveria ser realizada em grupos.

Os alunos reuniram-se, com grande facilidade, em grupos, pois esta metodologia de trabalho era utilizada inúmeras vezes nas aulas de Matemática. Depois dos grupos formados a autora explicou que para realizarem a tarefa necessitariam de uma bola de voleibol, da calculadora gráfica e de um sensor de movimento – o CBR. Depois de explicitar as funções do sensor distribuiu aos alunos, de cada grupo de trabalho, o enunciado da tarefa proposta. Para auxiliar a sua realização foi fornecido um procedimento experimental, que foi distribuído como anexo à tarefa. Em seguida, a autora pediu aos alunos, antes de iniciarem a realização da experiência, para lerem, com muita atenção, os enunciados da tarefa e do procedimento experimental.

Antes de os alunos iniciarem a execução da tarefa a autora, ainda, estabeleceu algumas orientações do trabalho a desenvolver ao longo da experiência:

Autora: “Peço-vos que tenham o cuidado de não apagar os dados recolhidos, que forem transferidos do CBR para a calculadora gráfica, para tal se a calculadora gráfica se desligar basta ligá-la normalmente que os dados aparecem novamente”. (...) “Sempre que surjam dúvidas conversem com os vossos colegas de grupo de modo a esclarecê-las e só chamam as professoras se nenhum elemento do grupo souber resolver a situação”.

Realização da tarefa de modelação

Nesta tarefa, foi apresentada à turma uma situação real: *Quando deixamos cair uma bola, durante a queda ela encontra-se, em cada momento, a uma determinada distância do chão.*

E colocada uma questão-problema: *Como poderá determinar-se a altura em relação ao chão a que a bola se encontra passado alguns instantes após ter sido lançada?*

Tendo em consideração o objectivo da presente investigação, a autora construiu uma tarefa orientada de forma que os alunos depois de darem resposta à questão-problema, conseguissem, através da realização das questões seguintes presentes na tarefa, caracterizar a função quadrática. Em particular, pretendia-se que os discentes identificassem a função quadrática através de uma expressão analítica do tipo $y = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$, que descobrissem a sua representação gráfica e o seu domínio. Além disso, pretendia-se também que os alunos analisassem a influência do parâmetro real a na representação gráfica de uma função quadrática definida por uma expressão do tipo $y = ax^2$, $a \neq 0$.

Assim, para conseguirem “descobrir” os conceitos supramencionados foi-lhes proposto, inicialmente, lançarem uma bola de voleibol e com a ajuda do sensor de movimento (CBR) registarem, durante 5 segundos, a altura a que a bola se encontrava do chão, obtendo assim os

dados necessários à realização da tarefa. Como o número de bolas e sensores disponíveis era inferior ao número de grupos de trabalho (6 grupos) a autora solicitou-lhes que após a leitura e compreensão da tarefa pedissem os materiais mencionados para a sua realização.

Os alunos começaram a recolha de dados com o CBR acoplado à calculadora gráfica de acordo com o procedimento experimental que foi fornecido com a tarefa de modelação. Em seguida, transferiram esses dados para a calculadora gráfica através do programa *EasyData*⁹.

Embora, nesta fase, os alunos contactassem pela primeira vez com o sensor de movimento, a sua manipulação foi relativamente fácil para a maioria dos grupos.

Em seguida, como o auxílio da calculadora gráfica os alunos efectuaram a representação gráfica dos dados discretos e identificaram as variáveis em estudo. Depois de isolarem os dados relativos a um salto completo da bola os alunos determinaram uma expressão analítica da função que melhor se ajustava aos dados utilizando uma função de regressão, de acordo com as orientações da tarefa. Encontrando assim o modelo matemático que melhor descrevia esse salto da bola. Na continuação, os alunos, exploraram a função encontrada, com o auxílio da calculadora gráfica, com o objectivo de caracterizar a função quadrática.

No entanto, os elementos que constituíam os vários grupos de trabalho envolveram-se de formas diferentes na recolha dos dados, na sua análise e na resolução das questões apresentadas na tarefa de modelação. Em seguida vamos efectuar uma breve exposição do desempenho dos diversos grupos de trabalho e uma descrição mais pormenorizada do procedimento dos alunos observados (Aurora, Daniel e José), dentro do seu grupo de trabalho.

Grupo 1 – O grupo do Daniel

Este grupo era constituído por 4 alunos, entre eles o Daniel, um dos alunos a observar.

Os colegas do Daniel encarregaram-se da recolha dos dados, que foi efectuada com relativa facilidade. Mais tarde, foi necessário repetir a recolha de dados pois os valores que apresentavam eram completamente díspares tendo em conta as características da experiência.

O Daniel durante a realização da tarefa teve apenas como preocupação a resolução das questões presentes na tarefa. É um aluno que não mostra desagrado em trabalhar com as novas tecnologias mas são sempre os seus colegas de grupo que as manipulam. O aluno limitou-se a interpretar os dados recolhidos e a tentar atingir os objectivos propostos com a realização da tarefa.

⁹ Este *software* permite recolher e analisar dados com as calculadoras gráficas *Texas Instruments*. Detecta automaticamente os vários sensores (*Vernier*) e configura automaticamente uma experiência. Possibilita efectuar múltiplas recolhas de dados na mesma experiência, guardar os dados para uma análise futura e ajustar aos dados modelos, a saber: linear, exponencial, de potência e quadrático.

Grupo 2 – O grupo do José

Este grupo era constituído por 3 rapazes, todos com uma atitude muito passiva nas aulas de Matemática. Nem a realização desta tarefa de carácter investigativo os fez alterar a sua postura. Como já dissemos, aquando da caracterização dos casos, o José prefere que seja o professor a expor a matéria. Desde o início da realização da tarefa que o aluno não mostrou motivação nem interesse pela sua execução.

O José durante a recolha dos dados ficou encarregue pela manipulação do CBR, no entanto os dados recolhidos não estavam de acordo com o pretendido, tendo de delegar noutro colega esta função. Depois, foi acompanhando a realização da tarefa e continuou a evidenciar pouco interesse. Como já referimos, o seu grupo teve grandes dificuldades em recolher os dados, tendo de realizar a experiência um número considerável de vezes. Talvez, devido a este facto os elementos deste grupo não tenham conseguido entusiasmar-se e empenhar-se na sua realização.

Grupo 3 – O grupo da Aurora

Este grupo era constituído por 4 alunas, todas com um nível de desempenho fraco. No entanto, manifestaram grande motivação e empenho na realização da experiência. Recolheram os dados com relativa facilidade, verificando-se grande interacção entre elas.

A Aurora ficou encarregue pela manipulação da calculadora gráfica e em conjunto com as colegas foram realizando a tarefa sem manifestar grandes dificuldades.

Grupo 4

Este grupo era constituído por 4 elementos, 3 raparigas e um rapaz. Todos os alunos realizaram a tarefa com grande empenho e dedicação. O grupo funcionou autonomamente, solicitando a presença das professoras um número muito reduzido de vezes. No entanto, quando se pretendia isolar apenas um dos saltos da bola não leram correctamente o procedimento e tiveram de realizar novamente a experiência. Nem este facto os desmotivou, voltaram a realizar a experiência e conseguiram terminar a resolução da tarefa de modelação.

Grupo 5

Este grupo era constituído por 4 elementos, 2 rapazes e 2 raparigas. O grupo mostrou muitas dificuldades na realização da tarefa, quer na recolha dos dados quer na resolução das questões propostas. Não perceberam o que estavam a fazer e tiveram de recolher os dados duas vezes por não terem lido com atenção o procedimento experimental.

Grupo 6

Este grupo era constituído por 4 alunas. Uma delas, no início da aula, quando a autora informava os alunos que todos teriam um papel muito importante durante esta aula, pois teriam a oportunidade de ajudar os colegas a descobrirem uma nova função e na próxima aula cada um deles poderia expor à turma os conceitos apreendidos, mostrou uma expressão de desagrado, evidenciada já em outras aulas em que os alunos tinham sido convidados a aprender novos conceitos por descoberta. É um grupo formado por alunas muito passivas que precisaram de muita atenção e motivação por parte da professora da turma e da autora para realizarem a tarefa. Já no final, a autora teve de dedicar um pouco da sua atenção a este grupo. Assim, depois de motivadas e com um pouco de ajuda as alunas lá conseguiram terminar a tarefa.

Como verificámos, após as descrições anteriores, todos os grupos conseguiram terminar a resolução da tarefa de modelação, ou seja, recolheram os dados, efectuaram a sua modelação e interpretaram o modelo encontrado, tendo sempre como objectivo a caracterização da função quadrática.

2.ª Parte: Questionário de avaliação da tarefa de modelação - A bola saltitante

No final da aula do dia 2 de Março, conforme os vários grupos iam terminando a realização da tarefa de modelação a autora solicitou o preenchimento de um questionário de avaliação da tarefa (anexo 2). O seu preenchimento foi individual e anónimo para que os alunos não sentissem qualquer tipo de condicionamento na apreciação da tarefa.

A aplicação deste questionário teve por objectivos: recolher a opinião dos alunos sobre a tarefa de modelação (A bola saltitante), realizada como introdução ao estudo da função quadrática; perceber qual é o gosto e o interesse que os alunos têm pela disciplina de Matemática e verificar se os alunos após a realização da tarefa conseguiam caracterizar a função quadrática. Pretendia-se, também verificar se a utilização da calculadora gráfica e do CBR na modelação matemática tinha contribuído para melhorar a aprendizagem e a motivação dos alunos na caracterização da função quadrática.

4.3.2. 2.º MOMENTO

Discussão da tarefa de modelação - A bola saltitante

A discussão da tarefa foi efectuada num bloco de 60 minutos, no dia 3 de Março de 2011, tendo nesta aula a autora uma intervenção pedagógica.

Para preparar esta lição a autora analisou as tarefas de modelação e os questionários preenchidos pelos alunos, na aula anterior, para desta forma conseguir, com mais facilidade, discutir os conceitos inerentes à tarefa e tentar colmatar as lacunas evidenciadas. Tal como no 1.º momento, a autora continuou a analisar os documentos de todos os alunos da turma, e não só os três casos em estudo, pois, como já foi referido atrás, o estudo da função quadrática faz parte do programa da disciplina de Matemática e desta forma a autora tinha de tentar dissipar as dificuldades evidenciadas pela turma.

Assim a leccionação desta aula teve como objectivos: sintetizar e esclarecer os conceitos apreendidos durante a realização da tarefa de modelação, em particular a representação gráfica e algébrica de uma função quadrática a identificação do seu domínio e o estudo da influência do parâmetro real a na representação gráfica de uma função quadrática definida por uma expressão do tipo $y = ax^2$, $a \neq 0$.

Para atingir os objectivos, foi efectuada uma discussão da tarefa em grande grupo, analisando em pormenor cada uma das questões presentes na mesma. Após o seu debate, a autora em conjunto com os alunos efectuaram uma síntese da caracterização da função quadrática (expressão analítica, representação gráfica e domínio).

No final da aula, a autora efectuou um reforço das aplicações da Matemática no quotidiano, exibindo alguns exemplos da sua aplicação noutras ciências, nomeadamente: na Biologia, na Economia e na Física. Tendo como propósito incutir aos alunos a utilização do processo de modelação matemática em situações problemáticas do mundo real.

4.3.3. 3.º MOMENTO

Questões do Teste de Avaliação

O teste de avaliação realizado após o estudo da função quadrática foi concebido, também, com o objectivo de avaliar as aprendizagens dos alunos sobre a função quadrática. Em particular pretendia-se ver como os alunos compreendiam as diferentes representações e a tradução entre elas. Desta forma foram elaboradas três questões, uma de escolha múltipla e duas de resposta aberta (anexo 4), como forma de efectuar essa avaliação. O teste de avaliação foi realizado no dia 28 de Março, individualmente e com a utilização da calculadora gráfica.

4.3.4. 4.º MOMENTO

Ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática

No dia 6 de Abril de 2011 a autora solicitou a realização de uma ficha de avaliação das aprendizagens (anexo 5), sobre a função quadrática. Os alunos resolveram esta ficha individualmente e sem a utilização da calculadora gráfica.

As questões escolhidas para esta ficha são semelhantes às que foram seleccionadas para o teste de avaliação, pois o objectivo da avaliação era o mesmo. Como se pretendia que os alunos justificassem as suas respostas analiticamente optou-se pela não utilização da calculadora gráfica.

Todas as actividades desenvolvidas nesta investigação foram realizadas em contexto de turma, na presença da autora e da professora responsável pela turma.

Capítulo 5

Análise dos dados

Da análise dos dados identificaram-se diversos aspectos que importa referir neste relatório, quer sobre as atitudes/concepções dos alunos na caracterização da função quadrática, através da realização e discussão da tarefa de modelação, quer em relação à tecnologia utilizada (calculadora gráfica e CBR). Considerando o objectivo e as questões propostas nesta investigação e tendo em conta alguns aspectos da revisão de literatura, decidiu-se que a sua análise irá incidir sobre: as respostas dadas pelos mesmos na tarefa de modelação (A bola saltitante); a observação da aula de discussão da tarefa; o questionário de avaliação da tarefa de modelação; as questões do teste de avaliação e a ficha de avaliação das aprendizagens sobre a função quadrática.

5.1. Análise da tarefa de modelação e da aula da sua discussão

No dia 2 de Março os alunos realizaram uma tarefa de modelação matemática (A bola saltitante) com o objectivo de aprenderem a caracterizar a função quadrática (representações analítica e gráfica e o domínio).

Nesta tarefa, como já referimos anteriormente, foi inicialmente colocada uma questão-problema. Para lhe conseguirem dar resposta foi proposto aos alunos deixar cair uma bola de voleibol e, com a ajuda do sensor de movimento – CBR, registarem a altura a que a bola se encontrava do chão. Após esta recolha, pretendia-se que os alunos modelassem os dados recolhidos com o auxílio da calculadora gráfica através de uma função – função de regressão. Chegando assim a uma expressão analítica do tipo $y = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$ (que pode definir uma função quadrática) conseguindo desta forma dar resposta à questão-problema. Tinha-se, ainda como objectivo a análise da influência do parâmetro real a na família de funções do tipo $y = ax^2$, $a \neq 0$, através da sua representação gráfica. Depois destas acções o aluno deveria, então conseguir caracterizar a função quadrática.

Esta análise pretende evidenciar a forma como os alunos conseguiram caracterizar a função quadrática e as dificuldades que foram surgindo. Para tal será efectuado um estudo de cada uma das questões presentes na tarefa, de modo a atingirmos este propósito.

A exposição seguinte será efectuada através do cruzamento dos dados, registados no diário de bordo da autora, sobre as atitudes/concepções dos alunos durante a realização da tarefa de modelação e o desenrolar da aula de discussão da mesma. Foram ainda analisadas as respostas dadas pelos alunos às questões propostas na tarefa e à questão 5, presente no questionário realizado para avaliação da tarefa de modelação (anexo 2). As análises expostas, em seguida resultaram também da observação participante e das conversas informais que a autora foi desenvolvendo com a turma durante estas aulas.

Interpretação inicial dos dados

Começemos por descrever os procedimentos e concepções dos alunos no início da realização da tarefa de modelação.

Depois dos alunos terem transferido para a calculadora gráfica, os dados recolhidos com o auxílio do CBR, e efectuarem a sua representação gráfica, obtendo um gráfico semelhante ao representado na figura 5.1, foram propostas quatro perguntas (1, 2, 3 e 4) presentes na tarefa. Nestas questões pretendia-se averiguar se os alunos tinham, no contexto do problema, identificado as grandezas físicas em estudo e se tinham compreendido a representação gráfica obtida.

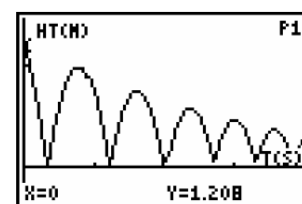


Figura 5.1: Exemplo de uma representação gráfica da altura da bola em função do tempo.

No grupo do Daniel, os alunos identificaram as grandezas físicas representadas nos eixos Ox e Oy como “tempo (s)” e “distância (m)”, respectivamente. Em relação ao ponto mais alto do gráfico, o grupo, diz representar “Quando a bola começa a trajectória” e o mais baixo “Quando toca no chão”.

Os elementos do grupo do José identificaram a variável representada no eixo Ox como “tempo, segundos” e no eixo Oy afirmaram tratar-se da “altura da bola ao chão”. Contudo, a variável representada no eixo Oy tinha sido identificada pelos alunos, no princípio, como “distância, expressa em metros”. Depois de terem efectuado esta alteração ficamos com a percepção que os alunos inicialmente, talvez, tivessem conjecturado que a bola tinha descrito trajectórias parabólicas.

Quando se perguntou o que representava o ponto mais alto do gráfico e o mais baixo, os alunos responderam “0,853...0,137”. De acordo com o gráfico apresentado por este grupo, figura 5.4, verificamos que estes valores não correspondiam nem ao máximo nem ao mínimo, mas como são valores aproximados dos indicados podem ter sido determinados utilizando a função TRACE

da calculadora. Os alunos, ainda afirmaram que a bola não tinha descrito trajectórias parabólicas pois, “... isto é só a altura da bola ao chão”.

Na identificação das grandezas físicas, o grupo da Aurora, afirmou que no eixo Ox estava representado o “tempo (s)” e no eixo Oy a “Distância do sensor à bola (m)”. Para alguns alunos deste grupo o ponto mais alto representa “quando largámos a bola” e o mais baixo “quando a bola tocou no chão”.

Durante a discussão da tarefa, na questão 4 a Aurora voluntariou-se para responder.

Autora: O gráfico observado indica que a bola descreveu trajectórias parabólicas?

Aurora: “O nosso grupo respondeu que Não” (...) representa “sim a altura a que a bola se encontra do chão num determinado instante após ter sido lançada”.

Os grupos 4 e 5 também associaram aos eixos Ox e Oy as grandezas físicas “tempo (s)” e “distância (m)”, respectivamente. Já o grupo 5 diz que “... o ponto mais alto representa a altura em que estava a bola no início, antes de cair e o mais baixo é quando a bola bate no chão.” Os grupos 4 e 5 afirmaram que o gráfico observado não representa trajectórias parabólicas, mas que “representa a distância da bola ao chão”.

Por fim, o grupo 6 indicou que no eixo Ox a variável é “0,5 s ” e no eixo Oy seria “0,592 m ” e afirmaram que a bola “não” descreveu trajectórias parabólicas mas que “descreveu trajectórias verticais”.

Depois de analisar as respostas dadas à questão 2, a autora verificou que a grandeza física representada no eixo Oy , para a maioria dos grupos, era a “distância, em metros”. Tendo em atenção a correcção efectuada pelo grupo do José nesta questão e receando que nem todos os alunos tivessem entendido o significado da distância enunciada, a autora decidiu questionar a turma.

Autora: A maioria dos grupos indicou que no eixo Oy está representada a variável *distância*, em metros. Mas que distância é esta? [Neste momento surgiram várias respostas contraditórias.]

Aluno: “...distância percorrida pela bola...”

Aluno: “distância da bola ao sensor...”

Aluno: “não é nada disso, é a distância da bola ao chão...”

Autora: Explica aos teus colegas o teu raciocínio.

Aluno: “... a bola está a saltar verticalmente não está a andar (...) o sensor deu os valores da altura da bola ao chão...”

Depois de associar as grandezas físicas a cada um dos eixos coordenados e de ter esclarecido o que representavam o ponto mais alto e o mais baixo do gráfico, a autora desencadeou uma breve discussão sobre a questão 4, embora a maioria dos grupos tivesse respondido correctamente à questão. Esta foi formulada com o intuito dos alunos averiguarem se o gráfico observado indicava que a bola tinha descrito trajectórias parabólicas.

A autora tomou a decisão de debater esta questão, pois durante a realização da tarefa verificou que entre os elementos de alguns grupos não tinha existido consenso sobre o que representava o gráfico obtido, tendo sido necessário a sua intervenção. Nesse momento, a autora esclareceu os grupos de trabalho, fez-lhes reflectir sobre as variáveis associadas a cada um dos eixos coordenados e assim os alunos conseguiram continuar a realização da tarefa.

Na discussão da questão 4, muitos alunos quiseram dar a sua opinião e os que foram inquiridos evidenciaram terem compreendido que o gráfico obtido não indicava que a bola tinha descrito trajectórias parabólicas, mas que representava a altura da bola em função do tempo. Esta questão tornou-se mais simples de compreender depois de ter sido efectuada a correcção das questões 1, 2 e 3, pois desta forma a maioria dos alunos conseguiu perceber quais eram as grandezas físicas representadas em cada um dos eixos coordenados e assim entenderam a representação gráfica obtida. Assim, verificámos que a discussão da tarefa foi fundamental para a clarificação e compreensão destas 4 questões.

Análise e representação gráfica de um salto completo da bola

No seguimento da tarefa foi solicitado aos alunos seleccionarem apenas um salto completo da bola, obtendo uma representação gráfica semelhante à da figura 5.2. Nas questões colocadas em seguida (5, 6 e 7) pretendia-se que os alunos efectuassem um esboço da representação gráfica obtida na calculadora gráfica e indicassem o tempo de duração desse salto e a altura máxima atingida pela bola.

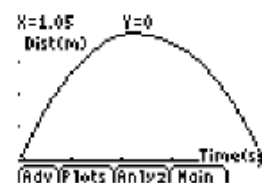


Figura 5.2: Exemplo de um salto completo da bola.

A representação gráfica obtida pelos elementos do grupo do Daniel encontra-se na figura 5.3. Os alunos indicaram correctamente a altura máxima atingida pela bola “0,85 m”, mas não calcularam devidamente o tempo que tinha demorado o salto completo da bola, mencionando apenas o valor “1,46495”. Este facto pode estar relacionado com a repetição da recolha de dados que este grupo teve de efectuar depois de ter encontrado o modelo que se ajustava aos dados. Numa das solicitações deste grupo a autora verificou que o coeficiente do termo em x^2 era positivo e pediu-lhes que repetissem a experiência, assim os alunos podem ter-se esquecido de corrigir este valor.

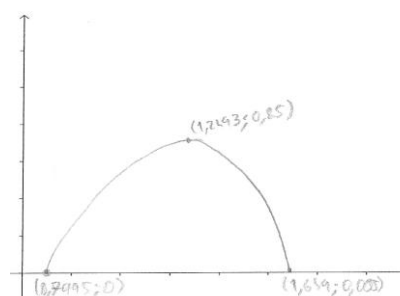


Figura 5.3: Esboço do gráfico observado pelos alunos do grupo 1, após isolarem um salto completo da bola.

Os alunos do grupo do José efectuaram a representação gráfica (figura 5.4) do salto escolhido, indicaram correctamente a altura máxima atingida pela nesse salto “0,867 m” e o tempo que tinha demorado o salto “ $1,34 - 0,49 = 0,85$ s”.

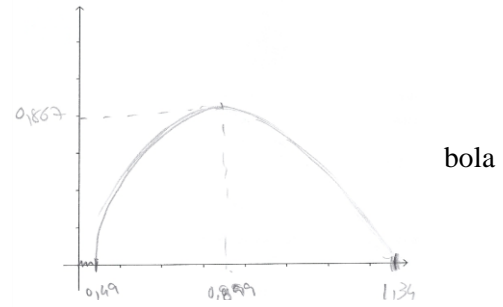


Figura 5.4: Esboço do gráfico observado pelos alunos do grupo 2, após isolarem um salto completo da bola.

Ao lado podemos observar a representação gráfica do salto escolhido pelos elementos do grupo da Aurora (figura 5.5). Assinale-se que este grupo foi o único a escrever junto a cada um dos eixos as respectivas grandezas físicas e a indicar a unidade em que estavam expressas. As alunas não determinaram correctamente o tempo que tinha demorado o salto seleccionado, pois indicaram o instante correspondente ao momento em que a bola toca no chão “2,748 s”, ou seja, quando termina o salto. Por outro lado, a altura máxima atingida pela bola nesse salto foi indicada correctamente “0,394 m”.

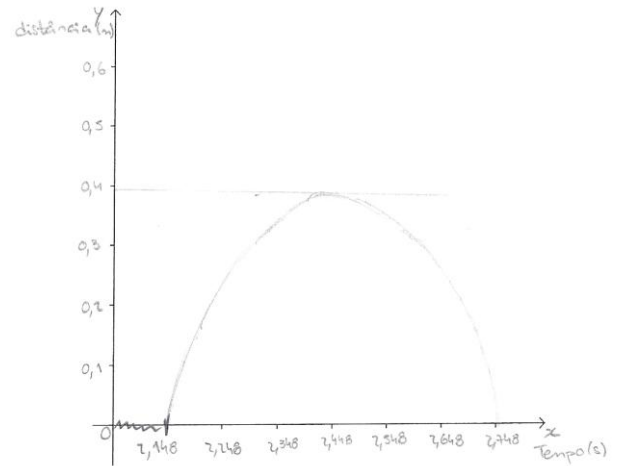


Figura 5.5: Esboço do gráfico observado pelos alunos do grupo 3, após isolarem um salto completo da bola.

O grupo 6 calculou correctamente a duração do salto. Já os grupos 4 e 5 efectuaram o mesmo erro que os elementos do grupo da Aurora, ou seja, indicaram o extremo superior do intervalo do domínio, esquecendo-se que o extremo inferior não era zero.

A altura máxima foi identificada correctamente pelos grupos 4, 5 e 6. Este facto é relevante, pois veio comprovar que os alunos tinham percebido que a variável distância – que os grupos 4 e 5 tinham associado ao eixo Oy , representava mesmo a distância da bola ao chão e não uma possível distância que corresponderia a um deslocamento horizontal da bola. Também a resposta do grupo 6 à questão 4, faz agora sentido. Eles tinham dito que a bola “descrevia trajectórias verticais”, agora ao identificarem correctamente a altura máxima do salto verifica-se que estavam a perceber que os dados recolhidos com a calculadora correspondiam à altura da bola em função do tempo. Tiveram, talvez alguma dificuldade em expressar o que estavam a pensar.

Durante a discussão destas questões a autora solicitou ao grupo da Aurora que efectuasse, no quadro um esboço do gráfico obtido para desta forma explorarem, em particular, a questão 5, pois

só dois grupos tinham respondido correctamente. Nesta questão pretendia-se determinar a duração do salto seleccionado por cada um dos grupos. A autora questionou alguns alunos para tentar perceber qual poderia ter sido a causa das dificuldades observadas e verificou que a principal razão estava associada ao facto destes não terem tido em atenção que como se pretendia seleccionar um salto completo da bola, no início desse salto a variável tempo não era igual a zero, pois esse instante correspondia ao momento em que a bola tinha sido lançada. Por outras palavras os alunos “esqueceram-se” que o menor valor do domínio desta função não era igual a zero.

Em suma, após o debate das questões anteriores verificámos que os alunos tinham compreendido, no contexto da situação apresentada, o que representava o gráfico que tinham desenhado, pois todos os grupos indicaram correctamente a altura máxima atingida pela bola e que, a maioria, só não calculou devidamente a duração do salto pois não teve em consideração o domínio da função.

O Modelo

Após a resolução das questões anteriores foi proposta a questão-problema: *A que altura do chão se encontra a bola passados t segundos após o seu lançamento?*

Para determinar a altura solicitada foi sugerido que os alunos resolvessem primeiro a questão 8. Nesta pretendia-se que os alunos encontrassem a expressão analítica da função que melhor se ajustava aos dados obtidos. Para tal foi indicado aos alunos a utilização de uma função de regressão quadrática, que foi determinada utilizando a calculadora gráfica. Optou-se por este procedimento, porque a maioria dos alunos, em anos anteriores ou noutras disciplinas, não tinha realizado tarefas de modelação e tendo em consideração o seu nível de desempenho ser médio fraco a “procura” da expressão analítica que melhor se ajustava aos dados recolhidos implicaria um acréscimo de aulas que não era possível despendar, pois os alunos iriam realizar um teste intermédio logo no início do terceiro período e era necessário cumprir o programa.

Nesta questão todos os grupos indicaram uma expressão analítica coerente com os dados recolhidos, pois o parâmetro real a da expressão obtida, do tipo $y = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$, era aproximadamente igual a $-4,9$ (metade da aceleração da gravidade). Relativamente ao domínio dessa função, apenas o grupo do Daniel não apresentou o intervalo correcto “[0; 1,649]” de acordo com a representação gráfica apresentada (figura 5.3). O erro cometido já foi esclarecido aquando da análise da questão onde se pretendia determinar a duração de um salto completo.

Após a análise de todas as tarefas a autora verificou que nenhum dos grupos tinha respondido à questão-problema. Este facto pode ter acontecido por esta questão não ter sido numerada. Assim, a sua resolução acabou por ser efectuada na aula de discussão da tarefa. Para a resolver, a autora pediu ao José que escrevesse no quadro a expressão analítica obtida, pelo seu grupo, e o respectivo domínio.

Autora: Depois de termos obtido uma expressão analítica que define a função,
[aponta para o quadro $y = -4,64x^2 + 8,427x - 2,962$], definida em [aponta novamente para o quadro $[0,49; 1,34]$], como podemos determinar a que altura do chão se encontra a bola passados 3 segundos após a sua queda?
José: “é fácil...substitui-se o x por 3 e faz-se as contas!”
[Entretanto, os colegas começaram a manifestar-se.]
Alunos: “...não pode ser!”
Alunos: “...professora...dá negativo”
Autora: [Pedi-lhes para terem calma e deixarem o José pensar.] “Será que estás a pensar bem José? Os teus colegas dizem que dá um valor negativo?”
José: “...Já sei o 3 não está no domínio...”

A discussão desencadeada pela autora teve, assim, como objectivo fundamental fazer compreender aos alunos que a expressão obtida só permitia determinar a altura a que a bola se encontrava para instantes de tempo que pertencessem ao domínio.

Uma expressão da função quadrática

Já perto do final da tarefa foram propostas mais duas questões, 9 e 10, onde se pretendia que os estudantes indicassem o nome da representação gráfica da função encontrada na questão 8. Tinha-se ainda como objectivo que os alunos escrevessem uma expressão analítica geral da função que tinham “descoberto” e que lhe atribuissem uma designação.

Em seguida, a autora, analisou as tarefas e constatou que na questão 9 todos os grupos identificaram a representação gráfica obtida como sendo uma parábola. Surgindo aqui novamente a necessidade de questionar os alunos.

Autora: Que nome se dá a esta representação gráfica? [apontou para o esboço que um dos elementos do grupo da Aurora tinha efectuado no quadro].
Os alunos responderam quase em coro.
Alunos: “...é uma parábola!”
Autora: Como descobriram esta designação?
Alunos: “na tarefa a professora falava de trajectórias parabólica...”
Aluno: “numa aula atrás a professora já tinha dito esse nome!”
Autora: “Atenção! É verdade que numa aula passada, como curiosidade, efectuámos a representação gráfica de uma função quadrática, mas o gráfico representado nessa aula não era “igual” a este.” [Neste momento, a autora aproveitou a deixa dos alunos e efectuou a representação gráfica da função $g(x) = x^2$, junto à outra representação que já se encontrava no quadro] “Então qual é a diferença entre estas representações?”
Alunos: “Uma está virada para cima e a outra para baixo...”
Autora: “É só essa a diferença?” [A autora deixou os alunos pensarem um pouco e perguntou.] “Não existem mais diferenças? (...) O que me podem dizer sobre o domínio?” [Os alunos manifestam-se de imediato indicando correctamente o domínio das duas representações que se encontravam no quadro.]

Em suma, os alunos indicaram que o domínio da função g era o conjunto dos números reais e o da função $y = -4,64x^2 + 8,427x - 2,962$ o intervalo $[0,49;1,34]$. Com esta exploração os alunos conseguiram entender que o domínio de uma função quadrática é \mathbb{R} , mas que só foi possível através do debate impulsionado durante a discussão da tarefa. Por fim, a autora salvaguardou que só podemos chamar parábola à representação gráfica de uma função quadrática se o seu domínio for \mathbb{R} . Se o domínio de uma função quadrática for um subconjunto de \mathbb{R} não lhe podemos atribuir essa designação.

Na questão 10 todos os grupos atribuíram a designação de **função quadrática** a uma expressão analítica do tipo $y = ax^2 + bx + c$. No entanto, nesta questão nenhum dos grupos mencionou que a expressão anterior só representaria uma função quadrática para $a \neq 0$.

A influência do coeficiente do termo em x^2

Por fim, foi proposta uma última questão, 11, onde se pedia aos alunos que estudassem a influência do parâmetro real a na família de funções do tipo $y = ax^2$, sendo a o coeficiente do termo em x^2 do modelo. Em seguida apresentamos as respostas dadas pelos alunos dos diversos grupos de trabalho.

Os alunos do grupo do Daniel facultaram duas interpretações. Indicaram o sentido da concavidade do gráfico obtido e além disso estudaram o sinal da função.

Se $a > 0$: “As ordenadas têm valores superiores ou iguais a 0, está a apontar para cima”

Se $a < 0$: “As ordenadas têm valores inferiores ou iguais a 0, está a apontar para baixo.”

Se $a = 0$: “A função é constante (...) Função quadrática: $a \neq 0$.”

Este grupo mostrou ter percebido que o sentido da concavidade da parábola está directamente relacionado com o sinal do coeficiente do termo em x^2 . Mostraram saber estudar o sinal das funções propostas, evidenciaram, também conhecer a definição de função constante. No final concluíram que a expressão $y = ax^2$ só representa uma função quadrática se $a \neq 0$.

Os elementos do grupo do José facultaram, apenas uma interpretação – o sinal da função.

Se $a > 0$: “ $y \geq 0$ ”

Se $a < 0$: “ $y \leq 0$ ”

Se $a = 0$: “ $y = 0$ ”

Da análise da resposta deste grupo verificamos que os alunos estudaram correctamente o sinal das funções propostas. Mostrando, assim que tinham assimilado os conceitos leccionados nas aulas anteriores.

Os elementos do grupo da Aurora indicaram o sentido da concavidade dos gráficos obtidos.

Se $a > 0$: “a concavidade da função é para cima”
 Se $a < 0$: “a concavidade da função é para baixo”
 Se $a = 0$: “obtemos uma função afim”

Este grupo evidenciou, tal como o do Daniel, que existia uma relação entre o sentido da concavidade da parábola e o sinal do coeficiente do termo em x^2 . Além disso, mostraram saber que se o coeficiente do termo em x^2 for zero obtêm uma função afim.

Nos casos de $a > 0$ e $a < 0$, os restantes grupos indicaram que o parâmetro influenciava apenas o sentido da concavidade do gráfico da função.

Relativamente ao caso do parâmetro real a ser igual a zero o grupo 6 referiu que “não existe função (...) o a tem obrigatoriamente que ser diferente de 0”.

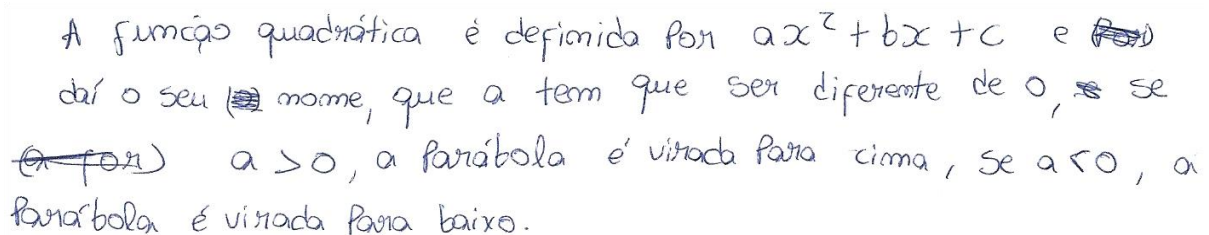
Os outros dois grupos referiram que se $a = 0$ então “não existe parábola”.

Caracterização da função quadrática

Depois de realizada a tarefa de modelação foi aplicado no mesmo dia um questionário de avaliação da mesma. Na questão 5, de resposta aberta, a autora convidava os alunos a explicarem a um colega o conceito de função quadrática.

Após a análise das resposta a esta questão verificámos que:

- 6 alunos (26%) responderam de forma semelhante ao exemplo apresentado abaixo:



A função quadrática é definida por $ax^2 + bx + c$ e ~~pod~~ dar o seu ~~nome~~ nome, que a tem que ser diferente de 0, ~~se~~ se ~~(a for)~~ $a > 0$, a parábola é virada para cima, se $a < 0$, a parábola é virada para baixo.

Figura 5.6: Resposta dada por um dos alunos à questão 5 do questionário realizado para avaliação da tarefa de modelação (anexo 2).


Estes alunos identificaram uma expressão analítica que permite representar a função quadrática, tendo o cuidado de referir que esta só caracteriza esta função se a tomar um valor diferente de zero. Das respostas analisadas verificamos, ainda que perceberam a relação que existe entre o sinal do coeficiente do termo em x^2 e o sentido da concavidade da parábola.

- 2 alunos responderam apenas:

“É uma função com a expressão $y = ax^2 + bx + c$.”

Estes alunos caracterizaram a função quadrática apenas através de uma expressão analítica.

▪ 4 alunos responderam que o valor de a teria de ser diferente de zero, contudo não indicaram a expressão analítica $y = ax^2 + bx + c$, como se exemplifica na figura 5.7.



Trata-se de uma função em que o valor de a é diferente de zero.

Figura 5.7: Solução apresentada por um aluno da turma à questão 5 do questionário realizado para avaliação da tarefa de modelação

Da análise das restantes respostas verificámos que 6 alunos não tinham percebido o conceito e que 5 discentes não responderam ao que era solicitado evidenciando não terem entendido o que tinha sido pedido.

Em resumo, depois da realização da tarefa verificámos que os alunos da turma tinham representado a função quadrática de formas diferentes. Seis alunos indicaram o seu nome, uma expressão analítica do tipo $y = ax^2 + bx + c$, referiram que o valor do parâmetro a tinha de ser diferente de zero e relacionaram ainda o sentido da concavidade da parábola com o sinal deste parâmetro. Dois discentes indicaram uma expressão analítica e quatro indicaram que o coeficiente do termo em x^2 tem de ser diferente de zero.

Já no final da discussão da tarefa a autora solicitou a colaboração do Daniel para a ajudar a caracterizar a função quadrática.

Autora: A expressão que mencionaste na questão 10 é do tipo?

Daniel: “ $y = ax^2 + bx + c$ ”

Autora: A expressão que indicaste representa sempre uma função quadrática?

Daniel: [Um pouco apreensivo] “sim....”

Autora: Os valores de a , b e c podem ser quaisquer?

Daniel: “não, (...) o nosso grupo disse na questão 11 que se o a for zero o gráfico não era uma parábola.”

Autora: Então?

Daniel: “só existe parábola se o a não for zero.”

Alguns alunos mostraram interesse em colaborar e a autora dirigiu-se agora à turma formulando mais uma questão.

Autora: Então como podemos definir uma função quadrática? [Os alunos da turma manifestaram-se de imediato.]

Aluno: “é uma parábola...”

Aluno: “tem um x ao quadrado!”

Aluno: “...e o a não pode ser zero...”

A autora aproveitou as dicas dos alunos e caracterizou a função quadrática, efectuando uma síntese no quadro.

Autora: [Uma *função quadrática* é definida por: $f(x) = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$ com a , b e c números reais.
O gráfico de uma função quadrática é uma
Alunos: "...parábola."]

Antes de terminar a autora inquiriu novamente os alunos.

Autora: Então qual é o domínio de uma função quadrática?
Daniel: "Vimos à pouco que só é parábola se o domínio for IR"

Como os restantes alunos ficaram um pouco apreensivos, com vista a colmatar qualquer dúvida que persistisse a autora solicitou que inserissem na calculadora gráfica a expressão $y = -4,64x^2$.

Em seguida efectuou a sua representação gráfica no quadro, para que todos os alunos acompanhassem a explicação. E em seguida questionou novamente a turma.

Autora: Então qual é o domínio da função que temos aqui no quadro?
Alunos: "é IR..." [responderam os alunos em coro]
Autora: E a expressão $y = -4,64x^2$ representa uma função quadrática? [Os alunos ficaram um pouco desconfiados e entretanto um deles disse.]
Aluno: "o nosso grupo viu que se $a=0$ não dá uma parábola."
Autora: Então qual é aqui o valor de a ?
Aluno: "é -4,64"
Autora: E quais são os valores de b e c nesta expressão?
Os alunos hesitaram um pouco antes de responder e um deles acabou por dizer.
Aluno: "não existem..."
Autora: Então podemos dizer que o seu valor é ...?
Alunos: "0!"
Autora: [Apontando para a definição que tinha escrito no quadro alertou os alunos que na expressão $f(x) = ax^2 + bx + c$ os parâmetros a , b e c pertencem ao conjunto dos números reais e que como já tinham visto $a \neq 0$.]

No seguimento, a autora completou a caracterização da função escrevendo no quadro o seu domínio.

Antes de terminar a aula projectou uma apresentação em PowerPoint onde exibiu o exemplo de três funções quadráticas utilizadas em contextos reais. A primeira aplicada à Física e directamente relacionada com a tarefa realizada, pois a expressão indicada $[x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0]$ é utilizada nesta ciência sempre que temos um movimento rectilíneo – uniformemente variado. Uma segunda função aplicada à Biologia, que permitia determinar o número de bactérias numa determinada colónia a partir de um instante inicial. E por fim, uma outra função aplicada à Gestão, que permitia determinar o lucro mensal que uma empresa obtinha em função do número de peças produzidas.

Estes exemplos foram apresentados para reforçar que o domínio de uma função quadrática utilizada num contexto real, geralmente, é um subconjunto dos números reais. A autora destacou, ainda, a importância de identificar as unidades em que as variáveis (dependente e independente) estão expressas.

Depois destas duas aulas a autora verificou, como foi expondo ao longo desta secção, que todos os grupos tinham conseguido caracterizar uma função quadrática através de uma expressão analítica do tipo $y = ax^2 + bx + c$, mas que quando questionados individualmente só oito alunos o tinham conseguido fazer. Todos os grupos afirmaram que a parábola é a representação gráfica desta função contudo, individualmente, só seis alunos o referiram. A influência do sinal do coeficiente do termo em x^2 na concavidade da parábola só não foi referida por um dos grupos. A identificação do domínio desta função só foi conseguida durante a aula de discussão da tarefa.

5.2. Perspectivas dos alunos intervenientes no estudo de caso sobre a intervenção didáctica

Para tentar dar resposta à segunda questão formulada nesta investigação “A utilização da calculadora gráfica e do CBR na modelação matemática contribuirá para melhorar a aprendizagem e motivação dos alunos na aquisição do conceito Função Quadrática?”, a autora, após a realização da tarefa de modelação, solicitou o preenchimento de um questionário¹⁰ para avaliar a actividade, aplicado a cada um dos alunos da turma.

A autora efectuou duas análises deste questionário. Uma delas global, apresentada em anexo (anexo 4), incluindo todos os alunos da turma observada e, uma particular, analisando apenas os três casos. Em seguida será exposta a análise do conteúdo dos questionários preenchidos apenas pelos três alunos observados.

Como já referimos anteriormente, este questionário foi dividido em duas partes. Na primeira parte foram colocadas 15 questões de resposta fechada, organizadas em quatro grupos.

¹⁰ O questionário encontra-se em anexo (anexo 2).

A influência da calculadora gráfica e do CBR na aprendizagem dos alunos, em particular da função quadrática

Nas questões 4, 5 e 6 pretendia verificar-se se a utilização da calculadora gráfica e do CBR tinha ajudado os alunos a construírem o seu próprio conhecimento e se o trabalho em grupo lhes tinha facilitado a aprendizagem.

Da análise a este grupo de questões concluiu-se que a Aurora, o Daniel e o José sentiram que as tecnologias, em particular a calculadora gráfica e o CBR, lhes permitiu participar activamente na construção das aprendizagens matemáticas, pois apresentaram uma opinião favorável. Assim, concluímos que para eles a sua utilização foi determinante na abordagem e na exploração das actividades propostas, em particular facilitou a recolha e a organização dos dados.

Relativamente ao trabalho em grupo as opiniões não são unânimes. A Aurora não reconheceu grande vantagem no trabalho em grupo, pois acha que durante a realização da tarefa os alunos não aprenderam uns com os outros. Por outro lado o Daniel e o José acharam que a sua realização permitiu a partilha de conhecimentos e experiências.

Utilização da calculadora gráfica e do CBR durante a realização da tarefa de modelação motivou os alunos nas aulas de Matemática

A formulação das questões 7, 8, 9, 10 e 11 tinha por objectivo verificar se a utilização da calculadora gráfica e do CBR, durante a realização da tarefa, tinha promovido e facilitado a autonomia e a motivação dos alunos, bem como a partilha de conhecimentos.

Todos os alunos reconheceram que a actividade desenvolvida em grupo fez com que cada elemento do grupo se esforçasse mais, colaborando mais na aula do que o habitual, o que foi bastante positivo. No entanto, a Aurora afirmou que não iria partilhar, mais do que o habitual, com os amigos e com os familiares os conhecimentos adquiridos, ao contrário da opinião expressa pelos outros dois colegas.

A Aurora e o Daniel reconheceram que a actividade com a calculadora gráfica e com o CBR promoveu, facilitou e motivou a aprendizagem do conceito – função quadrática. Já o José manifestou uma opinião contrária, o que é explicado pelo pouco interesse demonstrado durante a realização da tarefa.

O José reconhece que por ter sido “convidado” a construir o seu próprio conhecimento, durante a realização da tarefa, este facto não o fez ter vontade de saber mais. Já a Aurora e o Daniel afirmaram o contrário. Esta atitude é novamente confirmada pela atitude passiva que o José exteriorizava nas aulas de Matemática.

Nível de usabilidade e de satisfação da utilização da calculadora gráfica e do CBR

Com a aplicação das questões 12, 13, 14 e 15 pretendia-se verificar se os alunos tinham aprendido com facilidade a manipular a calculadora e o CBR e se a sua utilização lhes tinha agradado.

O Daniel afirmou, nesta questão, que não é fácil aprender a utilizar a calculadora gráfica e os sensores. O que é bastante curioso pois na caracterização dos casos já tínhamos referido que este aluno delega sempre nos colegas esta tarefa. A Aurora e o José afirmaram que é fácil. Os alunos acharam, ainda que a calculadora gráfica e o CBR tornou a aula mais interessante e atractiva e todos gostaram da actividade desenvolvida. Sendo esta, última afirmação, partilhada pela totalidade da turma.

No seguimento desta análise verificámos, ainda que só o Daniel tinha realizado em outras disciplinas ou em outros anos tarefas de modelação. Os três alunos afirmaram que as fases mais interessantes na realização da tarefa de modelação foram “Perceber a situação” e “Tirar as conclusões”. O Daniel, ainda afirmou ter gostado de “descobrir o modelo.”

Assim, concluímos, de acordo com a opinião expressa pelos alunos que as tecnologias, em particular a calculadora gráfica e o sensor, lhes permitiu participar de uma forma mais activa na construção dos conceitos inerentes à tarefa de modelação. Além disso, os alunos declararam que estas tecnologias tornaram a aula mais interessante e atractiva. Portanto podemos concluir que a sua motivação na aquisição dos conceitos aumentou.

Já na contribuição das tecnologias no melhoramento da aprendizagem só a Aurora e o Daniel concordaram. O José declarou uma opinião contrária.

Outro aspecto, também, muito positivo está relacionado com o facto de estes alunos considerarem que a tarefa por ter sido realizada em grupo fez com que cada aluno se esforçasse mais do que o habitual na aula. Por fim, podemos ainda referir que todos os alunos gostaram da actividade desenvolvida.

5.3. Avaliação das aprendizagens da função quadrática

No próprio dia de realização da tarefa de modelação (2 de Março), foi aplicado o primeiro instrumento de avaliação das aprendizagens. Este cingia-se apenas a uma questão, questão 5, presente na segunda parte do questionário de avaliação da tarefa.

Algum tempo depois da realização da tarefa de modelação, da sua discussão e de um grupo de aulas leccionadas pela professora responsável pela turma, era agora necessário avaliar se a turma e, em particular, os três alunos intervenientes no estudo de caso sabiam caracterizar a função quadrática e a forma como eram capaz de o fazer. Para tal a autora utilizou mais dois instrumentos de avaliação, que foram aplicados em dois momentos distintos.

O segundo coincidiu com o teste de avaliação realizado após a leccionação da função quadrática (28 de Março). De modo a concretizar a avaliação de aprendizagem da função quadrática a autora solicitou à orientadora pedagógica a introdução de algumas questões, neste teste, que permitissem efectuar esta avaliação. Para tal, foram introduzidas 3 questões¹¹ com este fim. Uma de escolha múltipla (questão 4), presente na 1.ª parte do teste, e duas de resposta aberta (2.1 e 4.2.1.), inseridas na 2.ª parte do teste. Para a realização do teste os alunos utilizaram a calculadora gráfica de acordo com as recomendações do programa de Matemática A, para o Ensino Secundário.

O terceiro instrumento foi aplicado no final do segundo período (6 de Abril). Este consistiu na realização de uma ficha de avaliação (anexo 5) sobre as aprendizagens da função quadrática. A autora pediu aos alunos para realizarem a ficha individualmente e sem a utilização da calculadora, para tentar perceber como é que os estes conseguiam fazer o seu tratamento analítico.

Em seguida vamos analisar, individualmente, as aprendizagens dos três alunos em estudo apresentando e comentando as respostas dadas por eles às questões colocadas nos instrumentos de avaliação supramencionados.

¹¹ No anexo 4 encontra-se um excerto do teste realizado no dia 28 de Março.

O Daniel

Após a realização da tarefa o Daniel diria a um colega que a expressão $f(x) = ax^2 + bx + c$ só representa uma função quadrática “Se $a \neq 0$ ”. Assim, o aluno mostrou saber que o coeficiente do termo em x^2 tem de ser diferente de zero.

Já no teste de avaliação na questão 4, apresentada na figura 5.8, o aluno mostrou saber relacionar o sentido da concavidade da parábola com o sinal do coeficiente do termo em x^2 e além disso identificou correctamente os zeros das funções representadas, facto indispensável para indicar a opção correcta.

Questão 4: Considere a representação gráfica das funções quadráticas f e g .

Qual das afirmações seguintes pode ser verdadeira?

(A) $f(x) = x(x+4)$ e $g(x) = x(x-4)$;

(B) $f(x) = x(x+4)$ e $g(x) = x(4-x)$;

(C) $f(x) = x(4-x)$ e $g(x) = x^2 - 4$;

(D) $f(x) = x^2 - 4$ e $g(x) = x(4-x)$.

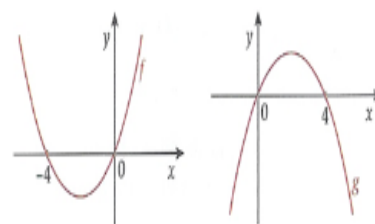


Figura 5.8: Enunciado da questão de escolha múltipla do teste de avaliação realizado a 28 de Março.

O Daniel na questão 2.1, cujo enunciado se encontra na figura 5.9, associou correctamente à função quadrática a sua representação gráfica – a parábola.

Questão 2. A função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$ é tal que:

- Os seus zeros são -2 e 4.
- O seu contradomínio é $]-\infty, 3]$

Indique, justificando:

2.1. Se o gráfico que representa a função tem a concavidade voltada para cima ou para baixo.

Figura 5.9: Enunciado da questão 2.1. do teste de avaliação realizado a 28 de Março.

Relacionou o contradomínio da função dada com o possível sentido da concavidade da parábola e desta forma conseguiu atingir os objectivos propostos nesta questão, como podemos observar através da sua resolução (figura 5.10).

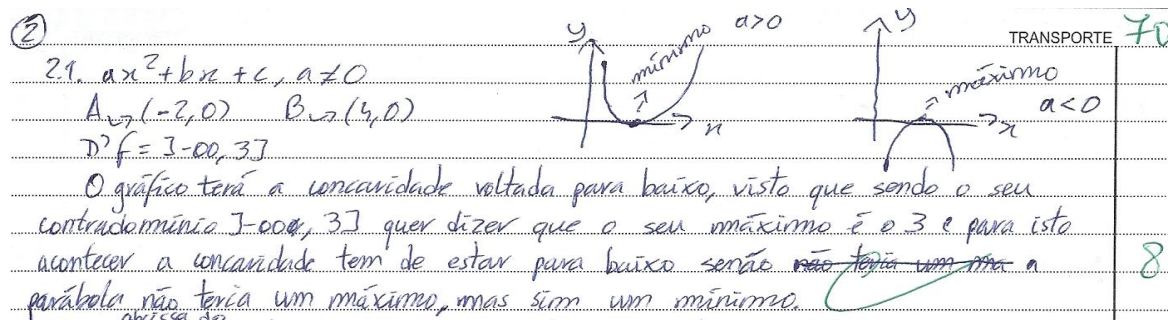


Figura 5.10: Resolução da questão 2.1. do teste de avaliação do Daniel.

Além de tudo o que já foi mencionado o aluno foi bastante cuidadoso na sua resposta efectuando o esboço das situações em que o parâmetro real a é negativo e em que é positivo, evidenciando ter compreendido a sua influência na representação gráfica de uma função quadrática. O aluno ainda referiu que este parâmetro teria de ser diferente de zero.

Na questão 4.2.1. do teste pretendia-se verificar se os alunos conseguiam determinar graficamente o valor mínimo da área de um jardim de forma quadrangular.

4. A figura representa um jardim quadrado $[ABCD]$ cuja área é 400 m^2 .
 Sabe-se, também, que
 $\overline{AE} = \overline{FB} = \overline{GC} = \overline{HD} = x$ (em metros).

4.1. Mostre que a área do quadrado $[EFGH]$ é dada, em função de x por: $A(x) = 2x^2 - 40x + 400$

4.2. Recorrendo às **capacidades gráficas** da sua calculadora, determine os valores de x de modo que a área do quadrado $[EFGH]$ seja:

4.2.1. **Mínima.**

Figura 5.11: Enunciado da questão 4 do teste de avaliação realizado a 28 de Março.

O Daniel como podemos observar pela sua resposta, que se encontra na figura abaixo, mostrou saber analisar graficamente uma função, pois indicou correctamente o valor mínimo da função, esboçou o seu gráfico, obtido com a utilização da calculadora, respondendo correctamente ao solicitado.

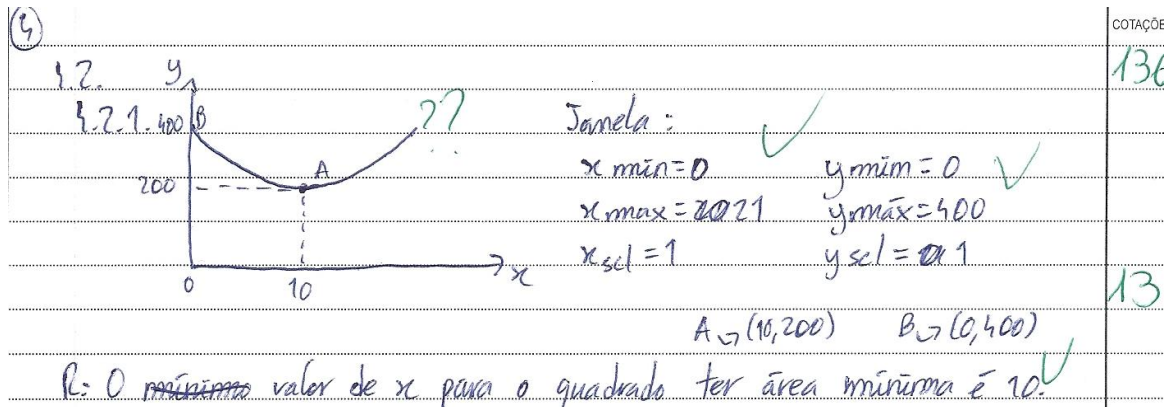


Figura 5.12: Resolução gráfica do Daniel à questão 4.2.1. do teste de avaliação.

No entanto, visto que se pretendia uma resolução gráfica da questão era essencial que o seu esboço fosse efectuado no contexto da situação apresentada. Na versão do teste do Daniel a área do jardim era de 400 m^2 logo o domínio da função seria o intervalo $]0, 20[$. O aluno parece ter considerado apenas o extremo inferior do intervalo. No entanto, não teve a preocupação de indicar no gráfico que o ponto de abscissa zero não fazia parte do gráfico da função.

Na avaliação realizada no final do 2.º período, na questão 1.1, cujo enunciado se encontra na figura 5.13, o aluno evidenciou saber que o coeficiente do termo em x^2 teria de ser igual a zero para que a função não fosse quadrática, mostrando saber identificar uma expressão analítica representativa da função quadrática. Pela sua resolução percebemos perfeitamente o seu raciocínio, como podemos observar na figura 5.14.

Questão 1: Considere a função f , definida em \mathbb{R} por:

$$f(x) = (m-3)x^2 - 2x + 1 \quad (m \text{ é um número real}).$$

1.1. Determine o valor de m de modo que f **não** seja uma função quadrática.

Figura 5.13: Enunciado da questão 1.1 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

f não é quadrática se $a=0$, então:
 $m-3=0 \Rightarrow m=3$
 $R: \text{Se } m=3 \text{ função é uma função quadrática.}$

Figura 5.14: Resolução do Daniel à questão 1.1. da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Já na questão 1.2. da mesma ficha, através da resolução apresentada na figura 5.16, verificamos que o aluno continua, tal como já tinha acontecido nas questões propostas no teste de avaliação, a evidenciar saber que a é o parâmetro real que determina o sentido da concavidade do gráfico de uma função quadrática. Demonstra ainda saber relacionar o sinal deste parâmetro com o sentido da concavidade do gráfico da função.

Questão 1.2: Considere agora $m=2$. O gráfico de f tem a concavidade voltada para cima ou para baixo? Justifique a sua resposta.

Figura 5.15: Enunciado da questão 1.2 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

$(m-3)=a$ $a=-1, a<0$
 $m=2$ $\text{O gráfico de } f \text{ irá ter a concavidade voltada para baixo, pois}$
 $2-3=-1$ $a<0.$ ✓

Figura 5.16: Resolução do Daniel à questão 1.2. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Na questão, que se encontra na figura 5.17, o Daniel, volta a reconhecer que uma função do tipo $g(x)=ax^2+bx+c$ só representa uma função quadrática se o coeficiente do termo em x^2 for diferente de zero, como se pode comprovar pela sua resolução presente na figura 5.18.

Questão 2: A função g , definida, em \mathbb{R} , por $g(x)=ax^2+bx+c$ (a, b e c números reais) é uma função quadrática se:

- (A) $b \neq 0$ (B) $a \neq 0$
 (C) $c \neq 0$ (D) $c > 0$

Assinale a opção correcta e justifique a sua resposta.

Figura 5.17: Enunciado da questão 2 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Além deste facto o aluno evidencia saber que o zero é o elemento absorvente da multiplicação, comprovando o seu elevado nível de desempenho na disciplina de Matemática.

- (A) $b \neq 0$ (B) $a \neq 0$ (C) $c \neq 0$ (D) $c > 0$

Assinale a opção correcta e justifique a sua resposta.

O a tem de ser diferente de 0, visto que se a for ^{zero} como o elemento absorvente na multiplicação é o 0 o termo do x^2 desapareceria logo a função não é quadrática. ✓

Figura 5.18: Resolução do Daniel à questão 2 ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

O Daniel, ainda considerou que a realização da tarefa de modelação executada como introdução ao estudo da função quadrática o tinha ajudado a compreender os conceitos inerentes a esta função, “visto que com um exemplo real entende-se melhor esta função e consegue-se aplicar melhor a matéria”.

🔗 O José

O José, imediatamente após a realização da tarefa de modelação evidenciou algumas dificuldades na caracterização da função quadrática pois afirmou: “Não entendi bem o conceito.”, quando lhe foi pedido para explicar a um colega o que era uma função quadrática.

Já no teste, realizado no final de Março, o desempenho foi bastante diferente. Na questão 2.1 do teste (ver figura 5.9) verifica-se que este aluno conseguiu atingir os objectivos propostos. A resposta dada pelo aluno (figura 5.19) era bastante sintética, incluía apenas a justificação necessária, mas evidenciava ter entendido a correspondência entre o contradomínio de uma função quadrática e o sentido da concavidade da representação gráfica recorrendo também a um esboço da situação apresentada, tal como o Daniel tinha feito.

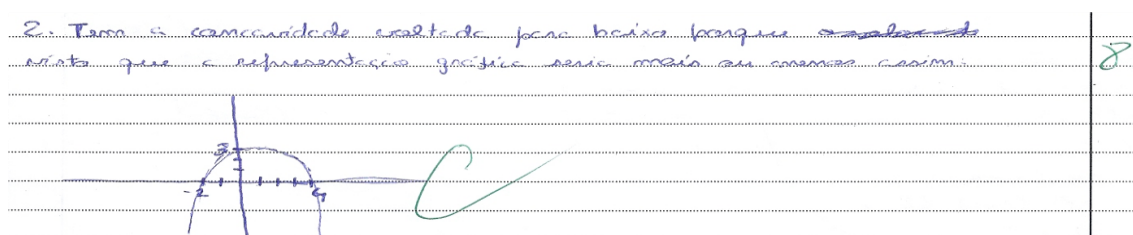


Figura 5.19: Resolução do José à questão 2 ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

No entanto, enquanto o Daniel efectuou um esboço de uma função quadrática genérica o José realizou-o no contexto da situação apresentada. Desta forma, verificamos que o José consegue aplicar os conceitos teóricos às situações particulares.

Na questão 4.2.1 o aluno obteve apenas 20% da cotação total da questão (3 pontos), que correspondem apenas à indicação correcta do valor da área mínima do quadrado [EFGH].

Na figura 5.20 podemos observar a sua resposta. Para atingir os objectivos propostos era essencial ter apresentado o gráfico com algum rigor e representá-lo no domínio do problema. De acordo com a versão do seu teste seria o intervalo $]0,10[$, o que não aconteceu. Além disso o aluno não indicou a janela de visualização que tinha utilizado.

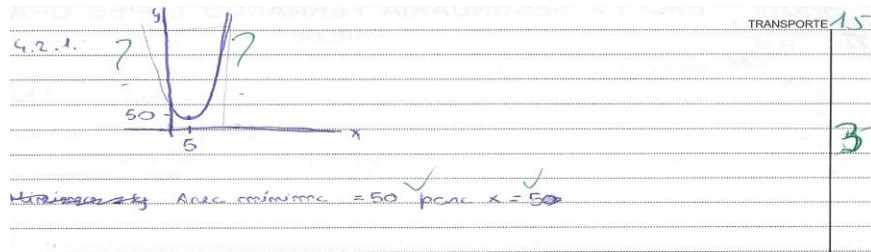


Figura 5.20: Resolução gráfica do José à questão 4.2.1. do teste de avaliação.

Na questão 1.1 da ficha (ver figura 5.13) o José evidenciou ter percebido que uma expressão do tipo $y = ax^2 + bx + c$ só representa uma função quadrática se o valor do parâmetro real a for diferente de zero. A sua resposta pode ser observada na figura 5.21.

$$(m-3) = 0 \Rightarrow m = 3$$

Figura 5.21: Resolução do José à questão 1.1. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Por outro lado, na resposta dada à questão 1.2. (figura 5.22) o José evidencia saber que o sentido da concavidade da parábola é voltada para cima se houver uma relação de “algo” com sinal positivo ao coeficiente do termo em x^2 . Mas é difícil compreender o seu raciocínio. Se pensarmos na expressão dada no enunciado do exercício ($f(x) = (m-3)x^2 - 2x + 1$) e tendo em conta a sua resposta parece que o aluno considera que o quadrado também está a afectar o $(m-3)$. O aluno até está a perceber o conceito, mas está limitado por algumas dificuldades de cálculo.

Concavidade voltada para cima porque qualquer m o quadrado é positivo

Figura 5.22: Resolução do José à questão 1.2. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Na questão 2 da ficha, o José evidencia, como no teste, saber que uma função do tipo $g(x) = ax^2 + bx + c$ representa uma função quadrática se $a \neq 0$, mas apresenta novamente as lacunas de cálculo inferidas na questão anterior, pois o aluno refere que “zero ao quadrado é zero”. Com tal afirmação, o aluno está a considerar que o quadrado do x está também a afectar o valor de a , ou seja, considera que $(ax)^2$ é igual a ax^2 . No entanto, o aluno terminou a sua resposta

mostrando saber que se $a = 0$ então obtemos uma função afim. Portanto o que o limita, por vezes, é o cálculo.

(A) $b \neq 0$

(B) $a \neq 0$

(C) $c \neq 0$

(D) $c > 0$

Assinale a opção correcta e justifique a sua resposta.

Porque se a for zero, zero a quadrática e é zero, então a função passa a ser definida por $bx + c$ (função afim)

Figura 5.23: Resolução do José à questão 2 ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Por fim, o José considerou que a realização da tarefa de modelação, no início do estudo da função quadrática “Não ajudou muito” na aquisição dos conceitos inerentes ao estudo desta função, pois afirmou que: “Acho que deu uma ideia sobre o tema, mas apenas compreendi totalmente na aula teórica dada no dia seguinte.” Esta afirmação vem novamente confirmar a importância da aula de discussão da tarefa, para uma compreensão desta função.

↪ A Aurora

A Aurora após ter terminado a tarefa de modelação afirmou que para explicar a um colega o que era a função quadrática “Seguia os mesmos passos da ficha.”. Com esta afirmação parece ter gostado da sua realização, mas não percebemos se compreendeu o conceito.

Já, durante a realização do teste, pela resposta dada à questão 2.1. a aluna evidenciou saber que se o valor do parâmetro real a for negativo a concavidade do gráfico da função está voltada para baixo, como podemos observar pela representação gráfica que se encontra na figura 5.24. No entanto a aluna não conseguiu explicar, apenas, com base no contradomínio da função o sinal que este parâmetro teria de ter.

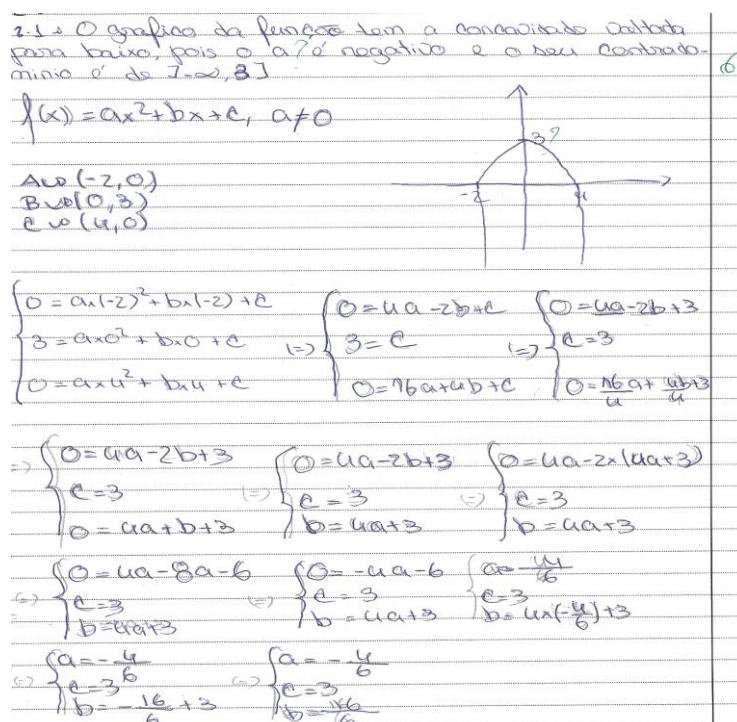


Figura 5.24: Resolução da Aurora à questão 2.1. do teste de avaliação.

Para conseguir justificar que a teria de ser negativo foi calcular analiticamente o valor dos parâmetros a , b e c , utilizando um sistema de equações. No entanto, teve algumas dificuldades de cálculo e na identificação do vértice da parábola, sendo necessário identificá-lo para formular uma das equações.

A questão 4.2.1 do teste não foi respondida pela aluna. Este facto pode estar relacionado com uma possível escassez de tempo, pois esta alínea correspondia à penúltima questão do teste. Ao analisarmos os resultados dos restantes alunos da turma verificamos que além da Aurora mais 12 alunos também não responderam à questão, portanto esta justificação poderá ser admissível. O facto de os alunos não terem respondido, também pode estar relacionado com algumas dificuldades na manipulação da calculadora gráfica.

Na questão 1.1. da ficha de aprendizagens, pretendia-se que os alunos determinassem o valor de m de forma a que o coeficiente do termo em x^2 , $m-3$, não representasse uma função quadrática. A Aurora respondeu correctamente, mas não mostrou o que estava a pensar ao igualar $m-3$ a zero.

$$(m-3)=0 \rightarrow \text{Logo}$$

$$\text{Assim o } m=3 \text{ para se igual}$$

Figura 5.25: Resolução da Aurora à questão 1.1. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Já na questão 1.2, da mesma ficha, verificamos que a aluna inicialmente substituiu, na expressão analítica da função f , o valor do parâmetro real m por 2. Entretanto, relacionou correctamente o sinal do coeficiente do termo em x^2 com o sentido da concavidade da parábola.

para baixo? Justifique a sua resposta.

$$f(x) = (m-3)x^2 - 2x + 1$$

$$(\Rightarrow) (2-3)x^2 - 2x + 1 (\Rightarrow) -x^2 - 2x + 1 //$$

R: O grafico tem concavidade voltada para baixo, pois a é negativo

Figura 5.26: Resolução da Aurora à questão 1.2. ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Tal como na questão em que era solicitado o cálculo do parâmetro m a Aurora indicou apenas a opção correcta, mas a sua justificação não evidencia o seu raciocínio.

- (A) $b \neq 0$ ☒ (B) $a \neq 0$ (C) $c \neq 0$ (D) $c > 0$

Assinale a opção correcta e justifique a sua resposta.

Pois se $a = 0$, já não é função quadrática.

Figura 5.27: Resolução do José à questão 2 da ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática.

Relativamente à realização da tarefa de modelação realizada no início do estudo da função quadrática, a Aurora partilha da mesma opinião do José, ou seja, refere que esta não foi importante para a aquisição dos conceitos relacionados com a função quadrática, “pois acho que é uma forma diferente de aprender, mas não ajuda muito.”

Da análise efectuada, em particular, nesta secção constatámos que a definição de função quadrática só foi aprendida pelos três alunos observados durante e após a aula em que foi efectuada a discussão da tarefa. Sendo necessário nessa aula orientar e questionar os alunos para que todos conseguissem aprender o conceito.

Durante esta aula a autora ficou com a percepção de que realmente os alunos tinham compreendido o conceito. O que veio a comprovar pelo desempenho positivo destes alunos nas questões colocadas no teste de avaliação e na ficha de avaliação das aprendizagens da função quadrática. Em particular, na questão 2.1. do teste, comprovámos que todos os alunos conseguiam identificar uma função quadrática através da expressão analítica, do tipo $y = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$, e que de acordo com o sinal do parâmetro real a conseguiam identificar o sentido da concavidade do gráfico da função. Além disso, verificou-se que os alunos sabiam que o seu domínio é o conjunto dos números reais, pelo esboço da representação gráfica apresentada pelos discentes na resolução desta questão.

Claro, que como vimos ao longo desta secção alguns alunos foram evidenciando algumas dificuldades, mas a caracterização da função quadrática ficou apreendida.

Capítulo 6

Conclusões

O principal objectivo desta investigação consistiu em analisar o processo de ensino-aprendizagem da Função Quadrática dos alunos de uma turma do 10.º ano, através da implementação de algumas estratégias de ensino, em particular realizando uma tarefa de aplicação e modelação matemática com recurso à calculadora gráfica e ao sensor de movimento. Pretendeu-se, ainda descrever em pormenor quais foram as aprendizagens dos alunos inseridos no estudo de caso. Neste sentido, procede-se à exposição das principais conclusões que resultam da reflexão sobre os princípios teóricos que fundamentam este estudo e a análise dos dados recolhidos.

6.1. Potencialidades da tarefa de modelação na aprendizagem da representação da função quadrática

A aula de realização da tarefa de modelação matemática (A bola saltitante) foi uma novidade para a maioria dos alunos, uma vez que só dois deles já tinham realizado este tipo de tarefas. Os alunos mostraram-se surpreendidos pois aperceberam-se que até a queda de uma bola, situação real já vivenciada por eles, podia ser estudada na disciplina de Matemática. Após a análise dos documentos produzidos pelos discentes da turma foi possível avaliar as suas aprendizagens, em grupo e individualmente.

Do trabalho realizado em grupo verificou-se que todos tinham conseguido representar algebricamente a função quadrática através de uma expressão do tipo $y = ax^2 + bx + c$, referindo que o parâmetro real a teria de ser diferente de zero e que o seu sinal influenciava o sentido da concavidade da parábola. Esta última evidência só não foi referida por um dos grupos de trabalho. Individualmente, as aprendizagens observadas foram diferentes. Seis alunos representaram uma função quadrática através de uma expressão analítica, igual à mencionada em cima, referiram que o valor do parâmetro real a tinha de ser diferente de zero e que o seu sinal estava relacionado com o sentido da concavidade da parábola.

Da análise pormenorizada dos três alunos intervenientes no estudo de caso verificámos que só o melhor aluno, o Daniel, referiu que este tipo de tarefas o ajudou a estudar a função quadrática, percebendo o alcance da mesma. Os restantes alunos, a Aurora e o José, afirmaram que foi uma forma diferente de aprender, mas que segundo eles não lhes trouxe grandes benefícios na sua aprendizagem. Como observámos pela descrição anterior, após a realização da tarefa, os alunos apresentavam diversas lacunas na representação da função quadrática. Estas dificuldades foram superadas com a discussão da tarefa em grande grupo. Durante este debate todas as questões foram devidamente analisadas e discutidas. No final da aula procedeu-se à caracterização da função quadrática.

Desta forma, concluímos que, através da realização desta experiência, os alunos puderam aperceber-se da relação que a Matemática tem com a realidade. Assim, a situação problemática real, exposta na tarefa, tornou a aprendizagem da Matemática uma actividade experimental, construtiva, interactiva e reflexiva. Igualmente, permitiu ao aluno observar, analisar, questionar, procurar respostas e descobrir por ele, em vez de se limitar a confirmar observações, memorizar e aprender com respostas dadas.

6.2. A utilização da calculadora gráfica e do CBR como promotores da aprendizagem e da motivação dos alunos

No início da aula de execução da tarefa, pela presença de materiais diferentes na sala de aula, bolas de voleibol e sensores, a autora verificou um grande entusiasmo da maioria dos alunos. Começaram, de imediato, a questionar como se iria desenrolar a aula e quais as tarefas que teriam de efectuar. A autora informou os alunos que além das bolas e do sensor, também iriam utilizar a calculadora gráfica. Antevendo-se, desde já, que a motivação dos alunos em estudar esta nova função seria maior do que a habitual.

A experiência de trabalho vivida pelos alunos veio confirmar esta conjectura. A maioria dos grupos trabalhou autonomamente e mostrou grande empenho na realização da actividade. Temos apenas dois grupos onde foi necessária uma intervenção da autora com o objectivo de motivar e incentivar os alunos durante a realização da tarefa.

Cada um dos grupos recolheu os dados, necessários à realização da experiência, não apresentando grandes dificuldades na manipulação da calculadora gráfica e do CBR, embora para a maioria fosse a primeira vez que a estava a utilizar. Da opinião da turma podemos concluir que esta actividade motivou as aprendizagens relativas à representação desta função, pois todos os alunos afirmaram ter gostado da actividade desenvolvida. Deste modo, defendemos tal como Dias (2005), que este tipo de tarefas oferece aos alunos maior motivação, interesse e curiosidade pelas aulas de Matemática.

Da opinião expressa pelos três alunos observados podemos ainda concluir que a utilização das tecnologias foi importante, pois permitiu-lhes participar de uma forma mais activa na construção deste novo conceito – função quadrática. Os alunos consideraram, ainda que as tecnologias tornaram a aula de Matemática mais interessante e atractiva. Desta forma, comprovámos que a motivação dos alunos aumentou e assim a aquisição dos conceitos foi facilitada. Outro aspecto, igualmente importante está relacionado com o facto de a tarefa ter sido realizada em grupos, o que para os alunos foi importante pois esforçaram-se mais do que o habitual na realização das actividades e na compreensão dos conceitos, tal como aconteceu nas investigações de Lança (2007) e de Torres (2007). Em suma, a utilização das tecnologias e o trabalho em grupo facilitaram e motivaram o processo de ensino-aprendizagem da função quadrática.

6.3. Aprendizagens dos alunos sobre a função quadrática após a intervenção didáctica utilizada

Da análise dos dados apurámos que a maioria dos alunos da turma só conseguiu estabelecer as conexões entre a representação gráfica e analítica de uma função quadrática, depois das aulas leccionadas após a realização da tarefa. Em particular, podemos afirmar que a melhoria destas aprendizagens se deveu claramente à aula de discussão da tarefa de modelação, pelas atitudes/concepções dos alunos demonstrados nesta aula.

Em relação às aprendizagens dos alunos intervenientes no estudo de caso as conclusões são semelhantes. O Daniel, após a realização da tarefa de modelação apresentou uma significativa melhoria na representação da função quadrática, facto evidenciado pelo seu desempenho no teste de avaliação e na ficha de avaliação das aprendizagens. A resolução dos exercícios propostos mostrava que o aluno tinha compreendido a tradução da representação gráfica de uma função quadrática na sua representação algébrica e vice-versa. Evidenciou, ainda saber relacionar o sentido da concavidade da parábola com o sinal do coeficiente do termo em x^2 . O aluno mostrou, também ter a capacidade de relacionar os conceitos novos com os outros conteúdos leccionados anteriormente.

O José e a Aurora, tal como o Daniel, estabeleceram correctamente as conexões entre a representação algébrica e analítica de uma função quadrática. Além disso, relacionam correctamente o sinal do coeficiente do termo em x^2 com o sentido da concavidade da parábola. No entanto, o desempenho do José por vezes é afectado pelas lacunas de cálculo básico que detém. O aluno evidencia ter aprendido os novos conceitos, mas estas lacunas não lhe permitem atingir os objectivos propostos. A Aurora também evidencia dificuldades ao nível do cálculo, mas a forma

como resolve alguns problemas não dá para compreender se efectivamente aprendeu os conceitos inerentes à função quadrática.

Em resumo, após a implementação das diversas estratégias de ensino a maioria dos alunos sabia caracterizar uma função quadrática e além disso conseguia efectuar diferentes representações desta função e a tradução entre elas. Da observação e do trabalho contínuo desenvolvido com estes alunos, concluímos que algumas aprendizagens foram mais significativas, a saber: representam a função quadrática essencialmente à custa de uma expressão analítica, sabem que nessa expressão o coeficiente do termo em x^2 tem de ser diferente de zero e que o sinal deste coeficiente influencia o sentido da concavidade da parábola.

Em suma, o processo de ensino-aprendizagem da função quadrática não se desenvolveu apenas na aula de realização da tarefa de modelação. Foi um processo gradual, que se foi desenvolvendo ao longo das aulas leccionadas em seguida. No entanto verificou-se que, a aula de discussão da tarefa foi fundamental para colmatar as dificuldades apresentadas durante a sua realização. Foi, ainda possível observar que a utilização das tecnologias e o trabalho em grupo facilitaram e motivaram o processo de ensino-aprendizagem da função quadrática.

Referências

- Alarcão, I., & Tavares, J. (2007). *Supervisão da prática pedagógica: uma perspectiva de desenvolvimento e aprendizagem* (2ª ed.). Coimbra: Livraria Almedina.
- Alves, A. P. A. (2007). *E-Portofólio: Um estudo de caso*. (Tese de mestrado - Universidade do Minho), Disponível HTTP: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7178/4/tese%20final.pdf> (26 de Dezembro de 2010).
- Aparício, R., Eça, A. *Exploração de actividades experimentais conjuntas à Matemática e Física*. Disponível HTTP: http://education.ti.com/sites/PORTUGAL/downloads/pdf/modelacao_nataxa_variacao.pdf (5 de Novembro de 2010).
- Berry, J. e Francis, B. (2000). *Discovering advanced mathematics with calculator activities*. Disponível HTTP://ued.uniandes.edu.co/seervidor/em/recinf/tg/18/base/abstract-1.html (26 de Dezembro de 2010).
- Blum, W. (1993). *Mathematical modelling in mathematics education and instruction*. Em T. Breiteig, I. Huntley e G. Kaiser-Messmer (Eds.), *Teaching and learning mathematics in context* (pp. 3-14). Chichester: Ellis Horwood.
- Bodgan, R., e Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Camargo, V. L. V. (2010). *Modelo Matemático*. Disponível HTTP:http://www.unemat-net.br/prof/foto_p_downloads/glossario_modelo_matematico_-_portifolio_vera.pdf (20 de Dezembro de 2010).
- Cardoso, M. T. (1995). *O papel da calculadora gráfica na aprendizagem de conceitos de análise matemática: estudo de uma turma do 11.º ano com dificuldades*. Tese de mestrado. Lisboa: APM
- Carneiro, M. J., Cunha, E. *Bola saltitante*. Disponível HTTP: http://education.ti.com/sites/PORTUGAL/downloads/pdf/Actividades_Sensores_3Ciclo_Curso09_ProfMat2006.pdf (5 de Novembro de 2010).
- Carreira, S. (1993). *A aprendizagem da Trigonometria num contexto de aplicações e modelação com recurso à folha de Cálculo*. Coleção Teses. Lisboa: APM. ISBN 972-9053-35-9. 406p.
- Dias, P. (2005) *Avaliação reguladora no ensino secundário. Processos usados pelos alunos em investigações matemáticas*. Disponível HTTP:<http://area.fc.ul.pt/tese%20paulo%20dias.htm> (1 de Novembro de 2010).

- Domingos, A.M. (1994). *A aprendizagem de funções num ambiente computacional com recurso a diferentes representações*. (Tese de mestrado - Universidade Nova de Lisboa), Disponível HTTP: <http://hdl.handle.net/10362/74> (21 de Dezembro de 2010).
- Dorigo, M. (2006). *Função Quadrática: Um Estudo Sobre as Representações Gráficas*. São Paulo. Disponível HTTP: http://200.189.113.123/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/MATEMATICA/Monografia_Dorigo.pdf (1 de Janeiro de 2011).
- Escola Secundária Fernando Lopes-Graça - Regulamento Interno (Março 2010), Disponível HTTP: http://www.esflg.edu.pt/Regulamento_Interno_11marco2010_ESFLG.pdf (10 de Abril de 2011).
- Escola Secundária Fernando Lopes-Graça - Plano Anual de actividades 2010/2011, Disponível HTTP: http://www.esflg.edu.pt/PAA_ESFLG_1011_CGeral6Dez.pdf (10 de Abril de 2011).
- Erickson, F. (1986). *Qualitative methods in research on teaching*. Em M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 1 19- 16 1). Nova Iorque: Macmillan.
- Friedman, C. V. P. e Jurkiewicz, S. (2010). *Modelagem matemática na escola e na formação do professor: uma abordagem abrangente*. Educação e Matemática, 106, 43-47.Lisboa: APM
- Gomes, M. J. (2004). Educação a distância: Um Estudo de Caso sobre Formação Contínua de professores via Internet. Braga: Centro de Investigação em Educação.
- Jonassen, D. H. (2000). Computadores, ferramentas cognitivas Desenvolver o pensamento crítico nas escolas. Porto. Porto Editora.
- Kodama, H. M. Y e Silva, A.F. (2004). *Jogos no Ensino da Matemática*. São José do Rio Preto. Disponível HTTP: <http://www.bienasbm.ufba.br/OF11.pdf> (14 de Abril de 2011).
- Lauten, D. & Mundy, J. (1993). *Teaching and learning calculus*. Em P. Wilson (Ed.), *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 155-1 76).Nova Iorque: Macmillan.
- Maria, E. L. P. P. (2002). *Conexões Matemáticas num contexto de actividades de aplicação, investigação e modelação matemática*. (Tese de Mestrado - Universidade Nova de Lisboa), Disponível HTTP: <http://hdl.handle.net/10362/286> (23 de Dezembro de 2010).
- Marques, A. S. S. (2008). *A Utilização da Calculadora gráfica – um estudo no 12.º ano de escolaridade*. (Tese de mestrado - Universidade Aberta), Disponível HTTP: <http://hdl.handle.net/10400.2/1387> (21 de Dezembro de 2010).
- Matos, J. F. (Coord.) (1995). *Modelação Matemática*. Lisboa: Universidade Aberta.
- ME (2001). Programa de Matemática A – 10.º ano. Cursos Gerais de Ciências Naturais, Ciências e Tecnologias, Ciências Sócio-Económicas. Lisboa: ME, Departamento do Ensino Secundário.
- ME (2007). Programa de Matemática do Ensino Básico. Lisboa: ME
- Merriam, S. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. São Francisco: Jossey-Bass.
- Moniz, L. C. T. (2010). *Relatório de Estágio*. Dissertação de mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

-
- Moreira, P. S. R. (2010). *Relatório de Estágio*. (Tese de Mestrado - Universidade Nova de Lisboa), Disponível HTTP: <http://hdl.handle.net/10362/4237> (28 de Dezembro de 2010).
- NCTM (1991). *Normas para o Currículo e a Avaliação da Matemática Escolar*. Lisboa: APM e Instituto de Inovação Educacional.
- NCTM (1994). *Normas para o Currículo e Avaliação do Ensino da Matemática*. Lisboa: APM
- NCTM (1999). *Normas para a Avaliação em Matemática Escolar*. Lisboa: APM e IIE (tradução portuguesa da edição original de 1995)
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a matemática escolar*. Lisboa: APM e Instituto de Inovação Educacional.
- Neves, M. A. F. et al. (2010). *Matemática A 10.º ano*. Porto Editora, Porto.
- Ogliary, L. N. (2007). *A Matemática no Quotidiano e na Sociedade: Perspectivas do Aluno de Ensino Médio*. Disponível em: <http://www.portalgeobrasil.org/colab/artigos/matematicacotidiano.pdf> (5 de Novembro de 2010).
- Oliveira, I. B. T. (2009). *Aplicações e modelação matemática com recursos à calculadora gráfica e aos sensores, no estudo de funções com alunos do 9.º ano de escolaridade*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- Pires, M. (2001). *A diversificação de tarefas em matemática no ensino secundário: Um projecto de investigação-acção*. (Tese de Mestrado - Universidade Nova de Lisboa), Disponível HTTP://ia.fc.ul.pt/textos (29 de Dezembro de 2010).
- Ponte, J. P. (1992). A modelação no processo de aprendizagem. *Educação e Matemática*, 23, 15-19.
- Ponte, J. P. (1994). *Matemática: Uma disciplina condenada ao insucesso?* Disponível HTTP: [www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(NOESIS\).rtf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(NOESIS).rtf) (29 de Dezembro de 2010).
- Ponte, J.P. et al. (1998). *Histórias de Investigações Matemáticas*. Lisboa.
- Ponte, J.P. (2002). *Investigar a nossa própria prática*. In GTI, Reflectir e investigar sobre a prática profissional (pp. 5-28). Lisboa: Associação de professores de Matemática.
- Ponte, J. P., & Canavarro, A. (1997). *Matemática e novas tecnologias*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Torres, T. (2007). *Aplicações e modelação matemática com recurso à calculadora gráfica e sensores: um estudo de caso com alunos de 12º ano de escolaridade*. (Dissertação de mestrado não publicada – Universidade do Minho, Braga. Disponível HTTP: <http://repositorium.sdum.uminho.pt> (10 de Dezembro de 2010).
- Torres, T. A. M. (2008). *Modelação Matemática com Recurso à Calculadora Gráfica e Sensores*. In Tecnologias e Educação Matemática. Actas do EIEM da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. Vieira de Leiria 2008 (pp. 201-231). Lisboa: APM.
-

- Santos, F. (1998). A actividade de aplicação e modelação matemática com recurso a ferramentas computacionais um estudo de caso com alunos do 1º ano do ensino superior. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade de Lisboa.
- Silva, J. C. (1994). *Das Funções à Modelação Matemática*. Comunicação no PROFMAT 94, Leiria, 9 a 12 de Novembro. Disponível HTTP: <http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/pessoal/funcmodel.html> (20 de Dezembro de 2010).
- Simão, R. I. P. (2005). *A Relação entre actividades extracurriculares e desempenho académico, motivação, auto-conceito e auto-estima dos alunos*. (Monografia – Instituto Superior de Psicologia Aplicada, Lisboa), Disponível HTTP: <http://www.psicologia.com.pt/artigos/textos/TL0039.pdf> (10 de Abril de 2011)
- Sousa, R. A. (2006). *A prática lectiva perspectivada como actividade de resolução de problemas*. (Dissertação de mestrado não publicada – Universidade do Minho) Disponível HTTP: <http://repositorium.sdum.uminho.pt> (23 de Dezembro de 2010).
- Ventura, L. (1997). *Processos de Aprendizagem do Conceito de Derivada em Contextos Computacionais*. Tese de Mestrado apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planeamento e métodos*. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman. (obra originalmente publicada em inglês sob o título, Case study research: design and methods, 1989).

Anexos

Anexo 1: Tarefa de Modelação – A Bola Saltitante



Escola Secundária Fernando Lopes-Graça

2010 / 2011

Matemática A - 10º Ano

Tarefa de Modelação

A Bola Saltitante

Diversos jogos envolvem a colocação de objectos em movimento, os quais podem ser impulsionados por contacto directo do jogador ou utilizando-se um equipamento adequado.

Com certeza que já deixou cair uma bola. Durante a queda a bola encontra-se, em cada momento, a uma determinada distância do chão.

Como poderá determinar a altura em relação ao chão a que a bola se encontra passado alguns instantes após ter sido lançada?

Como elas saltam...



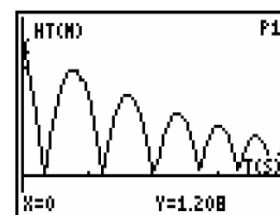
Para responder à questão formulada precisa de obter uma expressão cuja imagem geométrica se ajuste à forma que representa um dos saltos da bola.

Para lhe ajudar a responder a esta questão realize a experiência descrita em anexo e tente responder às questões que lhe vão sendo colocadas.

Questões

Antes de responder a estas questões realize os primeiros 7 passos descritos no procedimento experimental, exposto em anexo.

1. Qual é a grandeza física representada no eixo Ox ? Qual é a unidade em que está expressa?
2. Qual é a grandeza física representada no eixo Oy ? Qual é a unidade em que está expressa?





3. O que representa o ponto mais alto do gráfico? E o ponto mais baixo?

4. O gráfico observado indica que a bola descreveu trajetórias parabólicas?

Justifique a sua resposta.

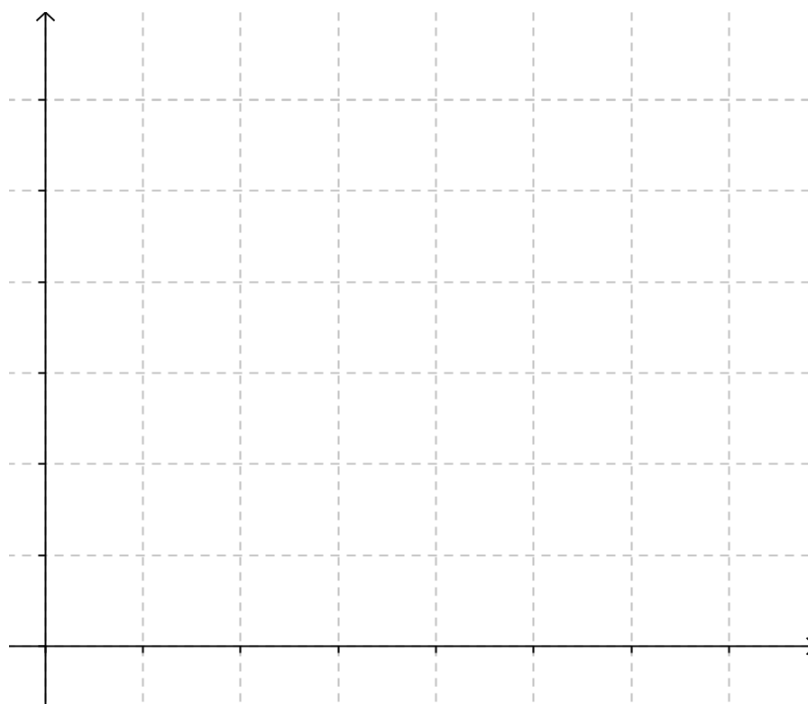
Agora, continue a realizar a sua experiência executando o passo 8 do procedimento experimental.

Nota: para lhe ajudar a responder às questões seguintes desloque o cursor utilizando as teclas direccionais  e .

5. Quanto tempo demorou este salto da bola? Apresente o resultado com 3 casas decimais.

6. Qual foi a altura máxima atingida pela bola nesse salto? Apresente o resultado com 3 casas decimais.

7. Represente no referencial cartesiano abaixo um esboço do gráfico que observa na calculadora.



Questão Problema: A que altura do chão se encontra a bola passados t segundos após o seu lançamento?

Para responder à questão anterior é necessário determinar uma expressão analítica da função, que melhor se ajuste aos dados obtidos. A essa função chamamos Função de Regressão. Desta forma irá criar um modelo matemático que melhor descreve esse salto da bola. Para tal, visto que temos o registo de um salto completo, vamos modelar a nossa função com a utilização da calculadora. Continue a realizar a sua experiência executando os passos 9, 10 e 11 do procedimento experimental.

8. Neste caso particular a expressão analítica que define a função é:

$y = \dots\dots\dots$ e está definida em $\left[\quad ; \quad \right]$.

Agora já é capaz de responder à Questão Problema

Escolha um valor para t pertencente ao domínio da função e determine analiticamente a que altura do chão se encontra a bola t segundos após o seu lançamento.

9. Que nome se dá a esta representação gráfica?

10. A expressão obtida é do tipo..... e chama-se função.....

Para terminar a tarefa realize os últimos passos do procedimento experimental e depois responda às questões seguintes.

11. Qual é a influência do parâmetro a nesta família de funções:

- ♦ Se $a > 0$
- ♦ Se $a < 0$
- ♦ Se $a = 0$

Anexo da tarefa de modelação – A Bola Saltitante

Procedimento Experimental

Vamos recolher os dados da altura dos saltos de uma bola deixada cair no chão num plano horizontal.

Material e equipamento:

- ✓ Calculadora gráfica TI-84, família *Plus*;
- ✓ Sensor de movimento CBR™;
- ✓ Cabo de ligação;
- ✓ Aplicação EasyData™ para a calculadora;
- ✓ Bola de futebol.

Sugestão de realização

Esta tarefa deverá ser realizada em grupos de 4 elementos. Antes da sua execução os elementos do grupo devem eleger um elemento para utilizar o CBR, outro para manipular a calculadora, outro para usar a bola e um quarto elemento deverá orientar a realização da experiência .

Procedimento

A recolha de dados

1. Ligue a calculadora TI-84 ao CBR, utilizando o cabo de ligação. (fig. 1)



fig. 1

2. Corra o programa **EasyData** que se encontra nas **APPS** da calculadora.

2.1. Inicialmente, efectue um *reset* ao programa, para tal:

- Ligue a calculadora premindo **ON**
- Prima **APPS**
- Escolha **EasyData** → **Enter**
- Aceda ao menu **File** premindo **Y=**
- Escolha **1:New** → **Enter** (fig. 2 e fig. 3)



fig. 2

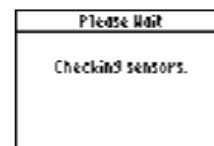




fig. 3

2.2. Corra o programa *EasyData*

- Aceda ao menu *Setup* premindo 
- Selecione **5:Ball Bounce** →  (fig. 4)

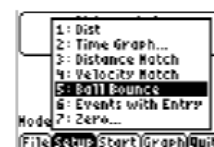
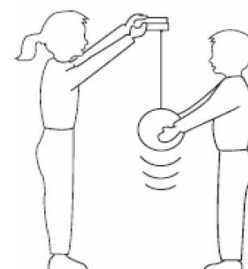


fig. 4

3. Enquanto um dos elementos do grupo segura no CBR, outro, com os braços estendidos, coloca sob ele uma bola a uma distância mínima de 0,5 m. Um terceiro aluno deverá verificar que o visor do CBR está paralelo ao chão e que está a apontar para o centro da bola.



O aluno que tem a calculadora:



- Selecciona **Start** premindo 
- Escolhe **Next** pressionando  (fig. 6)



fig. 6

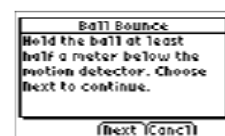


fig. 7


4. Em seguida retire o cabo que liga o CBR à calculadora

- O aluno que segura o **sensor** prime  , para iniciar a recolha de dados.

Quando a luz verde do sensor começar a piscar, o aluno que tem a bola larga-a.

Se a bola sair debaixo da direcção do CBR o aluno que manipula o CBR acompanha o movimento da bola tentando não variar a sua altura.

5. Quando o CBR parar de emitir o som, cerca de 5 segundos depois de ter começado, **volte a ligar o CBR à calculadora.**

- Selecciona **Next** premindo  (fig. 8)

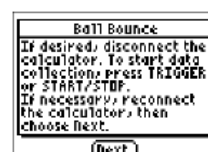


fig. 8



fig. 9

Os dados serão transferidos para a calculadora (fig. 9) e de seguida surgirá uma representação gráfica desses dados em função do tempo. Essa representação será idêntica à da figura 10.

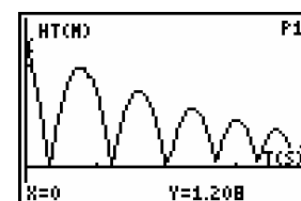






fig. 10

Caso contrário deve repetir a recolha de dados.

Nota: Os dados recolhidos são o tempo e a distância da bola ao sensor mas o programa calcula a distância da bola ao chão.

6. Para repetir a recolha de dados, se necessário:

- Seleccione **Main** premindo .
- Seleccione **Start** premindo .
- Seleccione **OK**  (fig. 11)
- Seleccione **Next** .
- Repita os procedimentos já referidos anteriormente (em 4 e 5).
- **Retire o cabo que liga a calculadora ao CBR.**

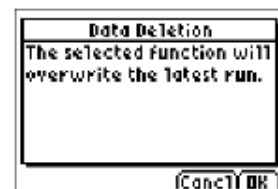




fig. 11

Análise do Gráfico

7. Assim que o resultado da experiência seja idêntico ao apresentado na figura 10 poderá estudar o gráfico.

Para tal:

- Aceda ao menu **Plots** premindo .
- Seleccione **1:Dist(m) vs Time** →  (fig. 12)

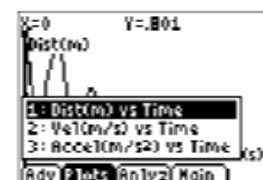


fig. 12

Antes de continuar a sua actividade responda às questões 1, 2, 3 e 4 que se encontram na tarefa de modelação.

8. Analise os dados dentro da aplicação EasyData







- Aceda ao menu **Anlyz** premindo .
- Escolha a opção **7:Select Region...** →  (fig. 13)
- Seleccione **OK** premindo  (fig. 14)
- Coloque o cursor no início de um dos saltos completo, com as teclas direccionais  e .
- e seleccione **OK** pressionando .



fig. 13

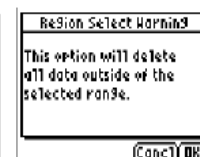


fig. 14

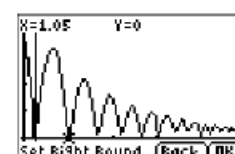


fig. 15

▪ Faça o procedimento análogo para o último ponto do salto escolhido. (fig. 15)

Aparecerá no ecrã a representação gráfica da função que relaciona a altura da bola em função do tempo durante esse salto com a janela automaticamente ajustada. (fig. 16)

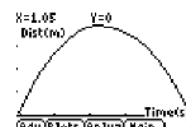


fig. 16

Antes de continuar a experiência responda às questões 5, 6 e 7 que se encontram na tarefa de modelação.

9. Obtenha uma expressão analítica para a função representada graficamente

- Aceda ao menu *Anlyz* premindo
- Escolha a opção **3: Quadratic Fit** → (fig. 17)



fig. 17

Indique o valor das constantes reais a , b e c , com 3 c.d., que aparecem no ecrã da calculadora. (fig. 18)

$a = \dots\dots\dots$;

$b = \dots\dots\dots$;

$c = \dots\dots\dots$

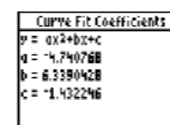


fig. 18

10. Obtenha a curva de regressão

- Seleccione **OK** premindo . (fig. 19)

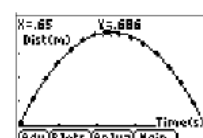


fig. 19

11. Para sair da aplicação *Easydata*

- Aceda ao menu *Main* premindo .
- Seleccione **Quit** premindo .
- Escolha **OK** premindo .

A expressão analítica da função fica gravada no menu da calculadora.

Responda agora às questões 8, 9 e 10 que se encontram na tarefa de modelação.

12. Desactive a representação gráfica (nuvem pontos)

- Seleccione as teclas **2nd** e **Y=**
- Seleccione **1: Plot 1... On** → **Enter**
- Seleccione **Off**
- Seleccione as teclas **2nd** e **Quit**

13. Efectue um *reset* no menu **Y=**

- Prima **Y=**.
- Apague as expressões premindo **CLEAR**.

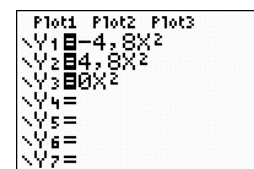
14. Insira as funções

- Prima a tecla **Y=** e digite em:

$$Y_1 = ax^2; (a \text{ é o número real encontrado no passo 9})$$

$$Y_2 = -ax^2;$$

$$Y_3 = 0x^2.$$



```

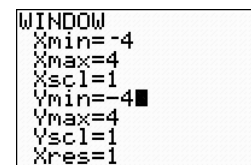
Plot1 Plot2 Plot3
Y1=-4.8x^2
Y2=4.8x^2
Y3=0x^2
Y4=
Y5=
Y6=
Y7=

```

fig. 20

15. Defina uma nova janela de visualização

- Prima a tecla **WINDOW** e defina a janela de acordo com os dados da figura 21.



```

WINDOW
Xmin=-4
Xmax=4
Xscl=1
Ymin=-4
Ymax=4
Yscl=1
Xres=1

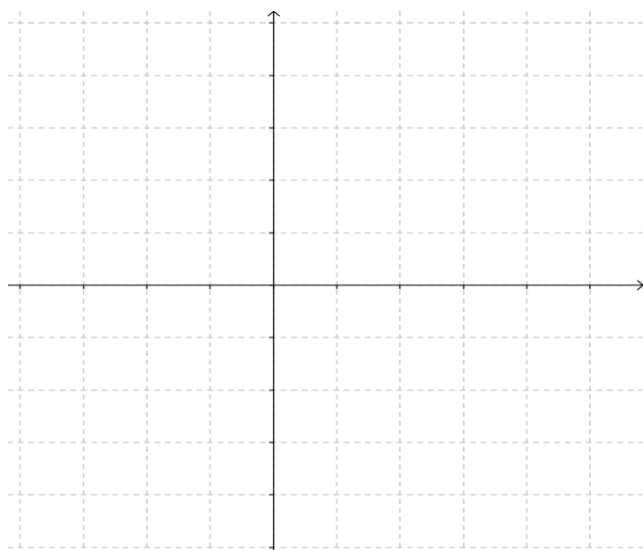
```

fig. 21

- Prima **GRAPH**.

Faça um esboço, no referencial cartesiano representado ao lado, das funções indicadas em cima.

Termine agora a sua tarefa de modelação respondendo à última questão.



Anexo 2: Questionário para avaliação da Tarefa de Modelação – A Bola Saltitante

Escola Secundária Fernando Lopes-Graça

2010 / 2011

Matemática A - 10º Ano**Questionário**

Este questionário tem por objectivo recolher a vossa opinião sobre a tarefa de modelação (A bola saltitante) realizada como introdução ao estudo da função quadrática.

Lembre-se que não existem respostas certas, assim deverá responder de forma clara, sincera e espontânea. Para tal assinale com **X**, em cada item, a opção que considera mais adequada, de acordo com a seguinte escala:

1- Discordo completamente (DC)

2- Discordo (D)

3- Concordo (C)

4- Concordo completamente (CC)

N.º	Afirmação	1	2	3	4
1	Eu não gosto de matemática e esta disciplina “assusta-me”.				
2	Eu acho a matemática muito interessante e gosto das aulas de matemática.				
3	A matemática é fascinante e divertida.				
4	Com a utilização da calculadora gráfica e com o CBR senti estar a construir o meu próprio conhecimento.				
5	Sozinho e sem utilizar a calculadora gráfica e o CBR seria muito mais difícil chegar às mesmas conclusões.				
6	Nesta actividade aprendemos uns com os outros.				
7	Na actividade realizada com a calculadora gráfica e com o CBR aprendi Matemática de uma forma mais “real” e motivadora.				
8	A utilização da calculadora gráfica e do CBR nesta tarefa, realizada em grupo, fez com que eu colaborasse mais do que o habitual com os meus colegas.				
9	A utilização da calculadora gráfica e do CBR fez com que eu me sentisse mais responsável pela minha aprendizagem e pela dos meus colegas de grupo.				
10	O facto de ter sido eu a construir o meu conhecimento despertou em mim vontade de saber mais.				
11	Partilharei mais do que o habitual, com os meus amigos e familiares as actividades e conhecimentos desta tarefa.				
12	É fácil aprender a utilizar e usar a calculadora gráfica e os sensores.				
13	O recurso à calculadora gráfica e ao CBR tornou as aulas mais interessantes e atractivas.				
14	Gostei da actividade desenvolvida com a calculadora gráfica e com o CBR.				
15	Utilizei a calculadora gráfica e os sensores com satisfação e agrado.				

Antes de terminar, responda sucintamente às seguintes questões.

1. Descobrir por si próprio como se resolvem as tarefas e os conceitos matemáticos é mais aliciante do que ser o professor a apresentá-los. Concorda com a afirmação? Justifique a sua resposta.

2. Já alguma vez tinha realizado tarefas de modelação noutra disciplina ou noutros anos?

3. Na realização da tarefa de modelação, o que te parece mais interessante fazer? Perceber a situação? Recolher os dados? Descobrir o modelo? Tirar conclusões?

4. Acha importante estudar as relações entre a Matemática e a realidade? Porquê?

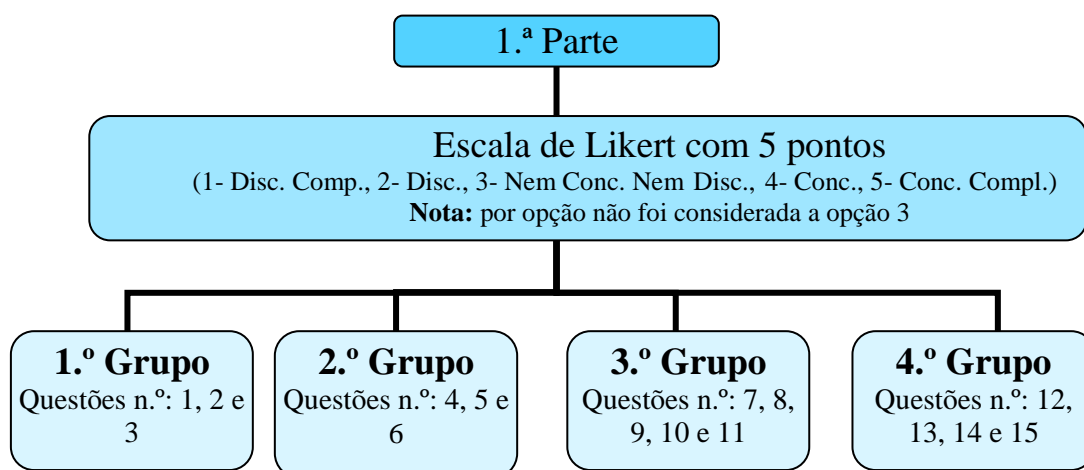
5. Se lhe pedissem para explicar a um colega o conceito de função quadrática o que lhe diria?

Obrigada pela sua colaboração.

Anexo 3: Opiniões dos alunos da turma observada sobre a experiência realizada

O questionário (anexo 2) está dividido em duas partes. A primeira parte tem 15 questões de resposta fechada, sendo dadas 4 opções de resposta da escala de Likert. A autora não colocou a opção 3 “3- Nem Concordo Nem Discordo” para poder ter uma informação mais clara da opinião dos alunos.

A análise dos dados das 15 questões da 1.^a parte do questionário é apresentada por quatro grupos que se encontram associadas tendo em conta a sua relevância para responder à questão anteriormente formulada.



O 1.º grupo de questões foi colocado neste questionário pois achámos pertinente perceber qual é o gosto e o interesse que os alunos da turma observada têm sobre a disciplina de Matemática.

1.º Grupo de questões:

O primeiro grupo de questões tem como objectivo analisar o gosto e o interesse que os alunos demonstram pela disciplina de Matemática.

N.º	Afirmação	Percentagem de Respostas	
		Desfavoráveis	Favoráveis
1	Eu não gosto de matemática e esta disciplina “assusta-me”.	74	26
2	Eu acho a matemática muito interessante e gosto das aulas de matemática.	26	74
3	A matemática é fascinante e divertida.	52	48

Após a análise do quadro, podemos afirmar que:

- 26% dos alunos assumem não gostar da Matemática e que esta disciplina lhes causa algum pânico, por outro lado 74% dos alunos assumem o contrário;
- Os alunos também reconhecem que a Matemática é muito interessante e que gostam das aulas de Matemática (74%). No entanto, apenas 48 % dos alunos reconhecem que esta disciplina seja fascinante e divertida.

2.º Grupo de questões:

Através da aplicação deste grupo de questões pretende-se analisar se a utilização da calculadora gráfica e do CBR beneficiou a aprendizagem em Matemática, nomeadamente do conceito Função Quadrática.

N.º	Afirmação	Percentagem de Respostas	
		Desfavoráveis	Favoráveis
4	Com a utilização da calculadora gráfica e com o CBR senti estar a construir o meu próprio conhecimento.	0	100
5	Sozinho e sem utilizar a calculadora gráfica e o CBR seria muito mais difícil chegar às mesmas conclusões.	26	74
6	Nesta actividade aprendemos uns com os outros.	4	96

Em termos de resultados, salienta-se que todas as questões apresentam um nível de satisfação bastante elevado, em particular nas questões 4 e 6.

Assim, podemos afirmar que:

- Os alunos sentem que as tecnologias, em especial a calculadora gráfica e o CBR, lhes permitiu participar activamente na construção das aprendizagens matemáticas (100%);
- Os alunos reconheceram, também, grande vantagem no trabalho em grupo, dado que, ao realizarem a tarefa aprenderam uns com os outros (96%), havendo partilha de conhecimentos e experiências. Por fim e segundo os alunos, sozinhos e sem utilizarem as tecnologias seria mais difícil chegar às mesmas conclusões (74%).

3.º Grupo de questões:

A análise das questões deste grupo tem por objectivo perceber se a utilização da calculadora gráfica e do CBR durante a realização da tarefa de modelação motivou os alunos para a aprendizagem dos conceitos a abordar na tarefa de modelação.

N.º	Afirmação	Percentagem de Respostas	
		Desfavoráveis	Favoráveis
7	Na actividade realizada com a calculadora gráfica e com o CBR aprendi Matemática de uma forma mais “real” e motivadora.	9	91
8	A utilização da calculadora gráfica e do CBR nesta tarefa, realizada em grupo, fez com que eu colaborasse mais do que o habitual com os meus colegas.	9	91
9	A utilização da calculadora gráfica e do CBR fez com que eu me sentisse mais responsável pela minha aprendizagem e pela dos meus colegas de grupo.	35	65
10	O facto de ter sido eu a construir o meu conhecimento despertou em mim vontade de saber mais.	17	83
11	Partilharei mais do que o habitual, com os meus amigos e familiares as actividades e conhecimentos desta tarefa.	26	74

O quadro anterior mostra que, nas questões 7, 8 e 10 a percentagem de respostas favoráveis é superior a 80%. Nas restantes questões a percentagem de respostas favoráveis varia de 65% a 83%.

Assim, podemos afirmar que:

- Os alunos reconhecem que a actividade realizada com a calculadora gráfica e com o CBR, promoveu, facilitou e motivou a aprendizagem (91%) o que os fez partilhar, mais do que o habitual, com os amigos e com os familiares os conhecimentos adquiridos (74%);
- A actividade desenvolvida em grupo fez com que cada elemento do grupo se esforçasse mais, colaborando mais do que o habitual (91%);
- A auto-confiança do conhecimento despertou nos alunos a vontade de saber mais (83%), responsabilizando-os também pela sua aprendizagem e pela dos seus colegas de grupo (65%).

4.º Grupo de questões:

A análise das questões deste grupo tem por objectivo aferir os níveis de usabilidade das tecnologias (calculadora gráfica e CBR) na tarefa de modelação.

N.º	Afirmção	Percentagem de Respostas	
		Desfavoráveis	Favoráveis
12	É fácil aprender a utilizar e usar a calculadora gráfica e os sensores.	39	61
13	O recurso à calculadora gráfica e ao CBR tornou a aula mais interessante e atractiva.	0	100
14	Gostei da actividade desenvolvida com a calculadora gráfica e com o CBR.	0	100
15	Utilizei a calculadora gráfica e os sensores com satisfação e agrado.	0	100

Observamos que, nas questões 13,14 e 15 a percentagem de respostas favoráveis é de 100% e na questão 12 é de apenas 61%.

Desta forma, podemos dizer que:

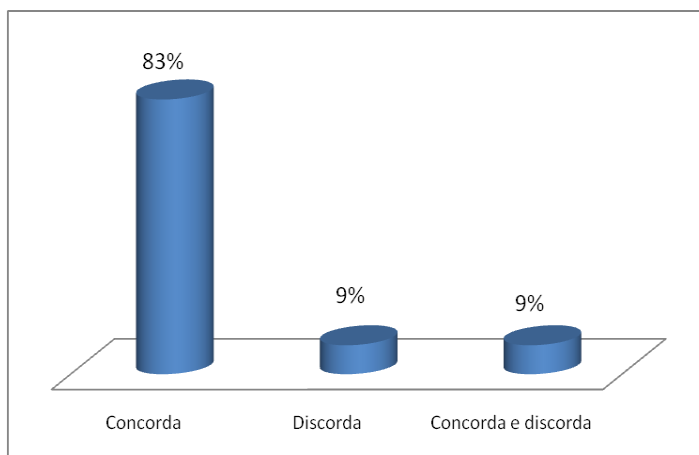
- Um pouco mais de 50% dos alunos, reconhecem que é fácil aprender e utilizar a calculadora gráfica e o CBR (61%) e que todos utilizaram estas tecnologias com satisfação e agrado (100%);
- Por fim segundo a totalidade dos alunos, a calculadora gráfica e o CBR tornou a aula mais interessante e atractiva e todos gostaram da actividade desenvolvida com estes recursos.

Na **2.^a parte do questionário** (5 questões de resposta aberta) a autora visa recolher a opinião dos alunos sobre: a aprendizagem por descoberta; sobre o número de vezes que tinham realizado tarefas de modelação; as fases do processo de modelação; a importância de relacionar a Matemática com a realidade e na última questão pretende-se averiguar se os alunos aprenderam o conceito de função quadrática.

Em seguida é apresentada uma breve análise, realizada com base nos questionários preenchidos por todos os alunos da turma em estudo.

Questão 1: *Descobrir por si próprio como se resolvem as tarefas e os conceitos matemáticos é mais aliciante do que ser o professor a apresentá-los. Concorda com a afirmação? Justifique a sua resposta.*

Análise: Pela observação do gráfico que se encontra ao lado verificámos que 83% dos alunos acha que é mais aliciante descobrir por si próprio os conceitos matemáticos. Os alunos que discordam e concordam em simultâneo correspondem a uma pequena minoria, num total de 18%.



Os alunos que concordam com a afirmação presente na questão 1 indicam diversas razões, nomeadamente:

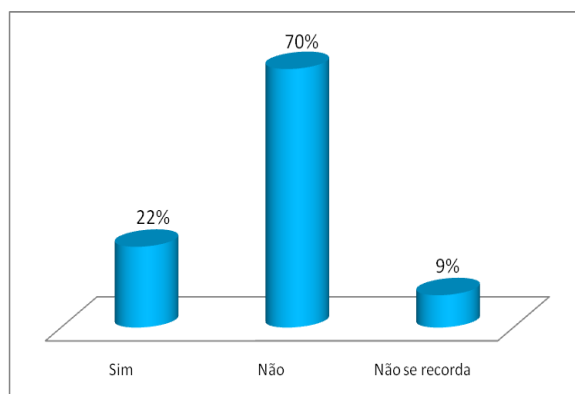
- “.... sentimo-nos melhores por descobrirmos as coisas sozinhos...”
- “...assim confiamos mais em nós, e ficamos contentes com o facto de descobrirmos as respostas.”
- “...é mais interactivo e mais fácil.”

- "...ao descobrir as coisas por mim própria, os conceitos nunca se esquecem porque fomos nós sozinhos a descobri-los."

- "...incentiva-nos a querer descobrir por nós próprios, a querer saber e a estarmos interessados."

Questão 2: *Já alguma vez tinha realizado tarefas de modelação noutra disciplina ou noutros anos?*

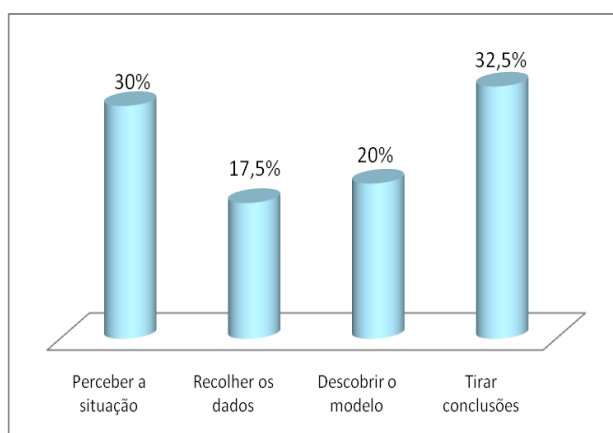
Análise: Observamos, no gráfico ao lado, que a maioria dos alunos (70%) nunca tinha realizado tarefas de modelação noutras disciplinas ou noutros anos. Para 22% dos alunos este tipo de tarefas já não era novo.



Questão 3: *Na realização da tarefa de modelação, o que te parece mais interessante fazer? Perceber a situação? Recolher os dados? Descobrir o modelo? Tirar conclusões?*

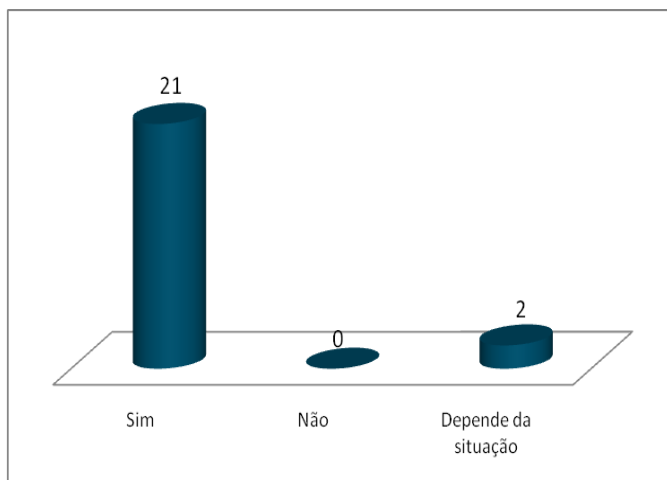
Análise: Das fases necessárias para realizar uma tarefa de modelação os alunos indicam que tirar conclusões (32,5%) e perceber a situação (30%) são as fases mais interessantes, ou seja, são as que lhe suscitam mais curiosidade.

A terceira fase mais interessante para os alunos é descobrir o modelo (20%) e por último a recolha de dados (17,5%).



Questão 4: *Acha importante estudar as relações entre a Matemática e a realidade? Porquê?*

Análise: 21 alunos responderam que é importante estudar as relações entre a Matemática e a realidade. As razões apresentadas pelos alunos são várias. Passamos em seguida a transcrever algumas delas.



- “Sim porque se nos mentalizarmos que a Matemática nos ajuda no dia-a-dia torna-se mais fácil aprende-la”;
- “É importante porque assim percebo melhor para que é que a matemática serve.”
- “Sim acho, pois pode-se aprender mais e saber aplicar a matemática na resolução de problemas do dia-a-dia.”;
- Sim porque ficamos com a imagem que é fácil e divertido aprender matemática e que nos serve para a vida real.”

Pela análise das respostas anteriores e das presentes nos restantes questionários verificamos que a maioria dos alunos acha que é importante estudar as relações entre a Matemática e a realidade, pois assim é mais fácil perceber os conceitos matemáticos e saber como se podem aplicar no seu dia-a-dia, percebendo desta forma que a Matemática realmente serve para “alguma coisa”.

Todos os professores já ouviram um número infinito de vezes a questão colocada pelos alunos:

- Mas para que é que serve isto que estamos a estudar?
- O que é que isto me interessa no futuro?

Com as respostas obtidas concluímos que os alunos perceberam que a Matemática, realmente, tem diversas aplicações no quotidiano de todos nós.

Anexo 4: Questões seleccionadas (Excerto do teste de Avaliação)

Escola Secundária Fernando Lopes-Graça

2010/2011

Matemática A - 10º Ano**Teste de Avaliação***Março de 2011***1ª Parte**

- As cinco questões deste grupo são de escolha múltipla.
- Para cada uma delas, são indicadas quatro alternativas, das quais só uma está correcta.
- Escreva na sua folha de respostas a letra correspondente à alternativa que seleccionar para cada questão.
- Se apresentar mais do que uma resposta, a questão será anulada, o mesmo acontecendo se a letra transcrita for ilegível.

...

4. Considere a representação gráfica das funções quadráticas f e g .

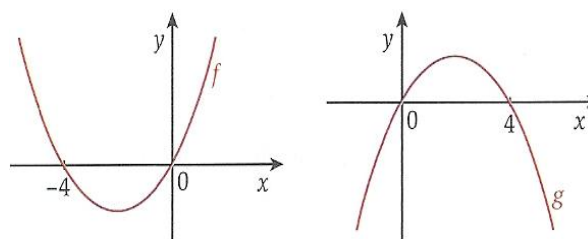
Qual das afirmações seguintes pode ser verdadeira?

(A) $f(x) = x(x+4)$ e $g(x) = x(x-4)$;

(B) $f(x) = x(x+4)$ e $g(x) = x(4-x)$;

(C) $f(x) = x(4-x)$ e $g(x) = x^2 - 4$;

(D) $f(x) = x^2 - 4$ e $g(x) = x(4-x)$.

**2ª Parte**

Nas questões desta segunda parte apresente o seu raciocínio de forma clara, indicando todos os cálculos que tiver de efectuar e todas as justificações que entender necessárias.

2. A função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$ é tal que:

- Os seus zeros são -2 e 4.
- O seu contradomínio é $]-\infty, 3]$

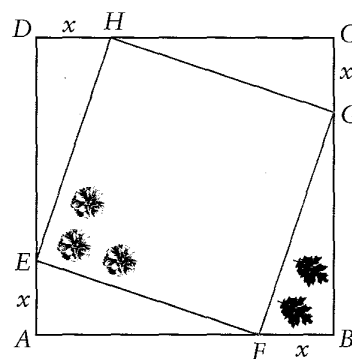
Indique, justificando:

2.1. Se o gráfico que representa a função tem a concavidade voltada para cima ou para baixo.

4. A figura representa um jardim quadrado

5. [ABCD] cuja área é 400 m^2 .

Sabe-se, também, que $\overline{AE} = \overline{FB} = \overline{GC} = \overline{HD} = x$
(em metros).



5.1. Mostre que a área do quadrado [EFGH] é dada, em função de x por:

$$A(x) = 2x^2 - 40x + 400 \text{ (não foi contemplada na análise)}$$

5.2. Recorrendo às **capacidades gráficas** da sua calculadora, determine os valores de x de modo que a área do quadrado [EFGH] seja:

5.2.1. Mínima.

Cotações (em pontos)

1ª Parte	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.1.1
50	10	10	10	12	8	8	7

3.1.2	3.1.3	3.2	3.3	4.1	4.2.1	4.2.2	
6	10	15	12	12	15	15	

Bom trabalho!

Anexo 5: Ficha de avaliação das aprendizagens – função quadrática

Escola Secundária Fernando Lopes-Graça



2010/ 2011

Matemática A - 10º B

Função Quadrática

Identificação

Nome:

N.º _____

1. Considere a função f , definida em \mathbb{R} por: $f(x) = (m-3)x^2 - 2x + 1$

(m é um número real).

1.1. Determine o valor de m de modo que f **não** seja uma função quadrática.

1.2. Considere agora $m = 2$. O gráfico de f tem a concavidade voltada para cima ou para baixo? **Justifique a sua resposta.**

2. A função g , definida, em \mathbb{R} , por $g(x) = ax^2 + bx + c$ (a , b e c números reais) é uma função quadrática se:

(A) $b \neq 0$

(B) $a \neq 0$

(C) $c \neq 0$

(D) $c > 0$

Assinale a opção correcta e justifique a sua resposta.

3. Para iniciar o estudo da função quadrática desenvolvemos uma actividade de modelação – A bola saltitante. Essa actividade ajudou-o no estudo desta função? Porquê?